BILL BRYSON



*HEMEN HER ŞEYİN KISA TARİHİ

By

BOYNER YAYINLARI

Hemen Her Şeyin Kısa Tarihi

BILL BRYSON

Çeviri Handan Balkara

BOYNER YAYINLARI

Eski Büyükdere Caddesi, Park Plaza 22, Maslak-îstanbul

Tel: (212) 345 09 00

by@boyner-holding.com.tr

web: www. boyner-holding.com.tr

Orjinal adı ve yayıncısı:

A SHORT HISTORY OF NEARLY EVERYTHING Double Day

1. Basım: Ekim 2004, İstanbul ISBN: 975-7004-46-4

Yayın Yönetmeni: Gülşen Heper

Kapak: Rafineri Reklamcılık

Dizgi, Baskı ve Cilt: Altan Matbaa Ltd.

Fizikçi Leo Szilard arkadaşı Hans Bethe'ya, bir günlük tutmayı düşündüğünden bahsetmiş bir zamanlar: "Yazdıklarımı yayınlamak niyetinde değilim. Gerçekleri yalnızca Tanrı'nın bilgisine sunmak için kaydedeceğim." "Sence Tanrı gerçekleri bilmiyor mu?" diye sormuş Bethe. "Evet," demiş Szilard. "Tann gerçekleri biliyor, ama ***gerçeklerin bu yorumunu*** *bilmiyor."*

Hans Christian von Baeyer, *Taming the Atom*

TEŞEKKÜR

Bu satırları 2003 yılı başlarında yazıyorum. Şu anda masamda otururken, Amerikan Doğa Tarihi Müzesi’nden lan Tattersall’un fevkalade yüreklendirici ve nazik notlarıyla dolu birkaç sayfa kitap taslağı duruyor önümde. Notlar arasında, Perigueux’nün bir şarap üretim bölgesi olmadığı, cins ve tür düzeyinden yüksek taksonomik sınıfları italik harflerle yazmamın yaratıcı olmakla birlikte alışılmışın biraz dışında kaldığı, (daha yeni ziyaret ettiğim bir yer olan) Olorgesailie’yi sürekli yanlış yazdığım gibi uyarılar ve Tattersall’un kendi uzmanlık alanını, yani ilk insanları konu alan iki bölüm boyunca satır aralarına iliştirdiği, benzer tıırzda pek çok düzelti var.

Bu sayfalarda kim bilir daha kaç tane utanç verici hata saklıdır, ama Dr. Tattersall ve birazdan adlarını sıralayacaklarım sayesinde, kalan hata sayısının yüzleri bulmadığı kesin. Bu kitabın horlanmasında bana yardımcı olanlara ne kadar teşekkür etsem az. Bana karşı her zaman aynı derecede cömert ve nazik davranan ve durmaksızın tekrarladığım tek bir basit soruyu (“Rica etsem tekrar açıklayabilir misiniz acaba?”) her defasında peygamber sabrıyla yanıtlayan şu kişilere özellikle minnettarım.

Amerika Birleşik Devletleri’nde: New York’taki Amerikan Doğa Tarihi Müzesi’nden lan Tattersall; New Hampshire-Hanover’daki Daırtrnouth College’dan Jolm Thorstensen, Mary K. Hudson ve David Blanchflower; New Hampshire-Lebanon’daki Dartmouth-Hitchcock Tıp Merkezi’nden Dr. William Abdu ve Dr. Bryan Marsh; Iowa Doğal Kaynaklar Bakanlığı’ndan Ray Anderson ve Brian Witzke; Nebraska Üniversitesi’nden ve Nebraska-Orchard yakınlarındaki Ashfall Fossil Beds Park’tan Mike Voorhies; Iowa-Storm Lake’deki Buena Vista Chuck Offenburger; New Hampshire-Gorham’daki Mount Washington Gözlemevi’nin direktörü Ken Rancourt; Yellowstone

Ulusal Parkı jeologlarından Paul Doss ve Yellow Ulusal Park’ta çalışan eşi Heidi; Berkeley’deki Califomia Üniversitesi’nden Frank Asaro; Ulusal Coğrafya Derneğinden(National Geographic Society) Oliver Payne ve Lynn Indiana-Purdue Üniversitesi’nden James O . Farlow; Rhode Island

Üniversitesi’nin deniz jeofıziği profesörü Roger L.Larson; *Fort Worth Star-Telegram* gazetesinden Jeff Guinn; Texas’ın Dallas kentinden Jerry Des Moines’deki Iowa Tarih Vakfı çalışanları.

İngiltere'de: Londra’daki Imperial College’dan David Caplin; Doğa Tarihi Müzesi’nden Richard Len Ellis ve Kathy Way; Londra’daki College’dan Martin Raff; Oxford’daki Antropoloji Enstitüsü’nden Rosalind Harding; eski Wellcome Enstitüsü emektarlarından Dr. Laurence Smaje; ve *The Times'dan* Keith Blackmore.

Avustralya’da: Yeni Güney Galler’deki Hazelbrook’tan Rahip Robert Evus; Canberra’daki Avustralya Ulusal Üniversitesi’nden Alan Thome ve Victoria Bennett; Canberra’dan Louise Burke ve John Hawley;*Sydney Morning Herald* ’ dan Anne Milne; Batı Avustralya Jeoloji Demeği’nin eski çalışanlarından lan Nowak; Victoria Müzesi’nden Thomas H. Rich; Adelaide’daki Güney Avustralya Müzesi’nin direktörü Tim Flannery; ve Yeni Güney Galler Eyalet Kütüphanesi’nin yardımsever çalışanları.

Ve başka yerlerde: Wellington’daki Yeni Zelanda Müzesi’nin enformasyon merkezi müdürü Sue Superville; ve Nairobi’deki Kenya Ulusal Müzesi’nden Dr. Emma Mbua, Dr. Koen Maes ve Jillani Ngalla.

Ayrıca, farklı konulardaki yardımlarından ötürü, Patrick Janson-Smith, Gerald Howard, Marianne Velmans, Alison Tulett, Gillian Somerscales, Larry Finlay, Steve Rubin, Jed Mattes, Carol Heaton, Charles Elliott, David Bryson, Felicity Bryson, Dan McLean, Nick Southem, Gerald Engelbretsen, Patrick Gallagher, Larry Ashmead ve New Hampshire-Hanover’daki eşsiz Howe Kütüphanesi’nin güler yüzlü çalışanlarına da teşekkür borçluyum.

Hepsinden önemlisi ve her zamanki gibi, sevgili, sabırlı, benzersiz eşim Cynthia’ya en derin teşekkürlerimle.

GİRİŞ

Hoş geldiniz. *Ve* tebrikler. Başarabildiğinize sevindim. Buraya varmak hiç kolay değildi, biliyorum. Hatta bence fark ettiğinizden biraz daha zor olmuştur.

Her şeyden önce, sizin şu anda burada bulunabilmeniz için trilyonlarca atomun tuhaf, anlaşılması güç bir lütufkârlıkla bir araya gelmeyi başararak sizi meydana getirmesi gerekti. Bu öyle özel ve müstesna bir oluşumdu ki, daha önce hiç denenmemişti ve yalnızca bu defaya mahsus var olacaktı. Önünüzdeki nice seneler boyunca da (öyle umuyoruz ki) bu minik parçacıklar ustalık isteyen milyarlarca işbirlikçi çabayı hiç yakınmadan sarf ederek sizi hayatta tutmaya çalışacak ve varoluş diye bilinen son derece hoş ama değeri genellikle bilinmeyen hali yaşamanıza olanak tanıyacaklar.

Atomların bu zalmete neden girdikleri biraz esrarengiz bir konudur. Siz olmak, atomik düzeyde öyle ahım şahım bir deneyim değildir. Sizin için fedakârca uğraşıp didindikleri halde, atomlarınız aslında sizi önemsemez. Varlığınızdan bile habersizdirler. Kendi varlıklarını dahi bilmezler. Ne de olsa akılsız, hatta cansız parçacıklardır onlar. (Düşünsenize, şayet cımbızla her defasında bir atom çekmek süetiyle kendinizi atomlarınıza ayıracak olsaydınız, hiçbiri hiçbir zaman can taşımamış, ama bir zamanlar sizi oluşturmuş bir yığın ince atom tozu üretirdiniz.) Bunımla birlikte, siz var olduğunuz sürece atomlarınız tek bir sarsılmaz dürtüye karşılık vereceklerdir: sizi siz oldurmaya.

Ne yazık ki atomlar dönektir ve sadakatleri çok uzun sürmez, hatta hayli geçicidir. Uzun bir insan ömrü bile yaklaşık 650.000 saatten ibarettir. Bu mütevazı kilometre taşına iyice yaklaştığınız ya da o civarlarda bir diğer noktaya ulaştığınız zaman, atomlarınız bilinmeyen sebeplerden ötürü vücudunuzun işine son verirler. Sessizce dağılır, başka şeyler oluşturmak üzere çekip giderler. Ve sizin için her şey bitmiş olur.

Yine de, hiç yoktan iyidir deyip sevinebilirsiniz. Çünkü insanoğlunun anlayabildiği kadarıyla, yaşam evren geneline yayılmamıştır. Hiç şüphesiz tuhaf bir durumdur bu, çünkü dünyamızda cömertçe ve uysalca bir araya

gelip canlı varlıklar oluşturan atomlar, bunu uzayın başka bir yerinde yapmaktan geri duran atomların tıpatıp aynısıdır. Her ne olursa olsun, kimya düzeyinde yaşam eevkalade dünyevidir: karbon, hidrojen, oksijen ve nitrojen, azıcık kalsiyum, bir miktar kükürt ve diğer sıradan elementlerden birer tutam. Sıradan bir eczanede bulamayacağınız hiçbir malzemesi yoktur yaşamın. .. Ve bütün ihtiyacınız bundan ibarettir. Sizi oluşturan atomların özel olan tek yanı, sizi oluşturuyor olmalarıdır. Bu da elbette, yaşamın mucizesidir.

Atomlar evrenin diğer köşelerinde yaşam yaratıyor olsalar da olmasalar da, başka pek çok şey yaparlar; hatta başka her şeyi onlar yapar. Onlar olmasaydı, ne su olurdu, ne hava, ne de kayalar; ne yıldızlar olurdu, ne gezegenler; ne uzaklardaki gazlı bulutlar, ne fırıl fırıl dönen bulutsular, ne de evrene böylesine hoş bir maddesellik veren diğer şeylerden herhugi biri. Atomlar öyle çok sayıda ve öyle lüzumludur ki, onların aslında vır olmaya mecbur ılmadığını kolaylıkla göz ardı ederiz. Evrenin kendini küçük madde parçacıklarıyla ıddurmasını ve ışığı, kütlesel çekim kuvvetini, varoluşumuzun dayanak noktası olan ıiğer özellikleri yaratmasını şart koşan hiçbir yasa yoktur. Hatta evrenin var olması bile icap etmez. Çok uzun bir süre için, evren de yoktu zaten. Ne atomlar vardı, ne de atomların içinde yüzebilecekleri bir evren. Hiçbir şey yoktu... Hiçbir yerde hiçbir şey yoktu.

Demek ki atomların varlığına şükretmeliyiz. Ama atomlarınızın var oldukları ve böylesine istekle bir araya geldikleri gerçeği, sizi buraya getiren şeyin yalnızca bir kısmıdır. Şu anda burada, yirmi birinci yüzyılda canlı bir varlık olmak ve bunu bilecek kadar akıllı olmak için, olığanüstü bir biyonik şans zincirinden de yararlanmış olmanız gerekir. Yeryüzünde hayatta kalmak şaşırtıcı derecede zor ve maharet gerektiren bir iştir. Zamanın başlangıcından bu yana var olmuş milyarlarca canlı varlık türünün çoğu (iddialara göre, yüzde 99,99’u) artık ırtadan kalkmıştır. Anlayacağınız, dünyada yaşam yalnızca kısa ıeğil, aynı zamanda yıldırıcı derecede güçsüzdür de. Yaşamı var etmekte çok usta, ama yok etmekte daha da usta bir gezegenin sakinleri oluşumuz, varoluşumuzun esrarengiz bir özelliğidir.

Yeryüzündeki ortalama varlıklar soylarını yalnızca yaklaşık dört milyon yıl devm ettirirler, dokyısıyla eğer soyunuz milyarlarca yıl yaşasın istiyorsanız, sizi oluşturan atomlar kadar dönek olmalısınız. Kendinize dair

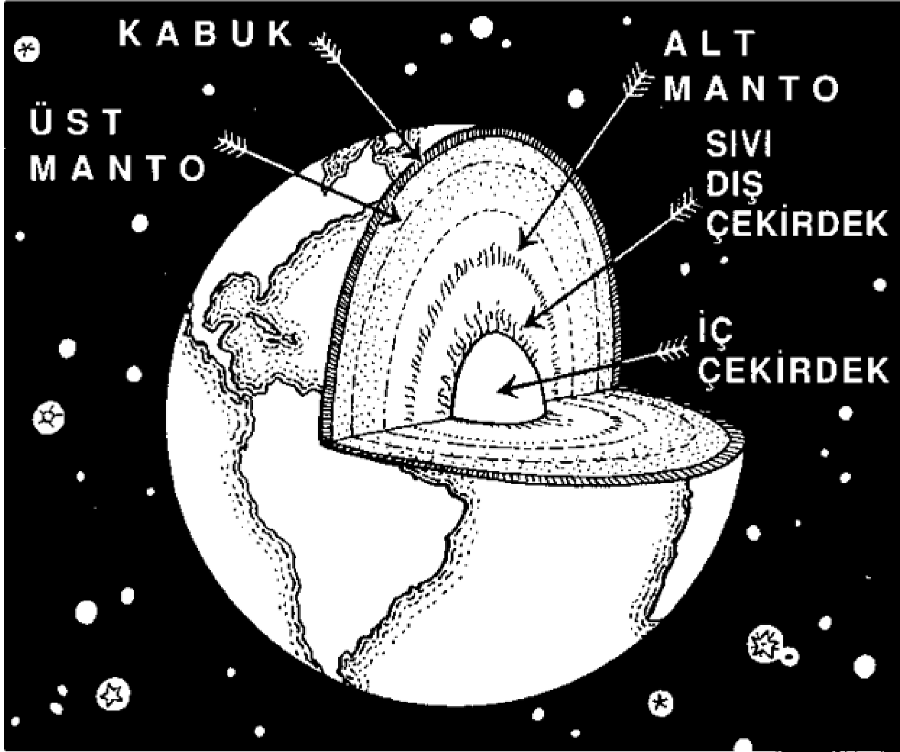
her şeyi, biçiminizi, büyüklüğünüzü, renginizi, türünüzü, aklınıza gelebilecek her şeyi değiştirmeye ve bunu tekrar tekrar yapmaya hızır olmalısınız. Söylemesi kolay, yapması zor bir iştir bu, çünkü değişim süreci rasgeledir. Gilbert & Sullivan imzalı şarkıda sözü geçen “protoplazmal primordiyal atomik globül”den iki ayağı üzerinde yürüyen ve düşünen modem insana dönüşene kadar, soyunuzun çağlar boyu uygun zamanlarda uygun değişimlere uğrayarak yeni nitelikler kazanması gerekmiştir. Dolayısıyla son 3,8 milyar yıl boyunca çeşitli dönemlerde oksijenden önce nefret etmiş, sonra onsuz yapamamış, yüzgeçler, uzuvlar ve gösterişli kanatlar geliştirmiş, yumurtlamış, çatallı dilinizle av yakalamış, yağ bağlamış, tüylenmiş, yeraltında yaşamış, ağaçlara tünemiş, bir geyik kadar büyüyüp bir fare kadar ufalmış, daha kim bilir ne hallere girmişsinizdir. Bu evrimsel değişimlerden en ufak bir sapma olsaydı, şu anda mağara duvarlarından yosun yalıyor ya da kayalık bir deniz kıyısında mors gibi yan gelip yatıyor veya ağzınızı lezzetli kum solucanlarıyla doldurmak üzere on sekiz metre derinliğe dalmadan evvel kafanızın üstündeki hava deliğinden hava püskürtüyor olabilirdiniz.

Dünya kurulalı beri kayrılmış bir evrimsel soya bağlı kalacak kadar şanslı olmakla kalmamış, kişisel ecdadınız açısından da aşırı, daha doğrusu mucizevi derecede talihli olmuşsunuz. Düşünün ki, 3,8 milyar yıl boyunca, yani yeryüzündeki dağların, nehirlerin ve okyanusların yaşlarını aşan bir süre zarfında, hem ana hem de baba tarafından tüm atalarınız kendilerine bir eş bulabilecek kadar cazip, üreyebilecek kadar sağlıklı olmuşlar, kader ve koşullar tarafından yeterince kollanmışlar ve dolayısıyla bütün bunları yapabilecek kadar uzun yaşamışlar. Bu iş için biçilmiş kaftan olan atalarınızdan biri bile, ezilmemiş, yem olmamış, boğulmamış, açlıktan ölmemiş, tuzağa düşmemiş, zamanından önce vurulmamış ve ufacık bir miktar genetik malzemeyi doğru zamanda doğru partnere aktarma yolundaki yaşam gayesinden başka herhangi bir sebeple sapmamış. Böylece, nihayetinde şaşılası bir gelişmeyle ve sadece kısacık bir süre için sizi oluşturması mümkün olan yegâne kalıtsal kombinasyon zincirinin devamını sağlamış.

Bu kitap, bunun nasıl olduğunu anlatıyor. Yani hiç olduğumuz bir noktadan bir şey olduğumuz bir noktaya nasıl geldiğimizi, sonra o şeyin bir kısmının nasıl olup da bize dönüştüğünü ve biraz da, o zamandan bu yana

neler olup bittiğini. Bu içerik hayli geniş elbette; tevekkeli değil kitabın adını *Hemen Her Şeyin Kısa Tarihi* koyduk. Üstelik hiç de öyle olmadığı halde. Olamaz da zaten. Ama şansımız yardım ederse, kitabı bitirdiğimiz zaman sanki öyleymiş gibi hissedebiliriz.

Benim kendi başlangıç noktam, bir önemi olsun ya da olmasın, dördüncü veya beşinci sınıftayken elime geçen bir fen kitabı oldu. Bu kitap 50'li yılların standart yayınlarından biriydi: hor kullanılmış, sevilmemiş, kalın mı kalın bir ders kitabı. Ama ilk sayfalarından birinde, beni kendine tutsak eden bir illüstrasyon vardı: gezegeni kocaman bir bıçakla kesip gövdesinden yaklaşık çeyrek dilimi temsil eden bir bölümü dikkatle ayırdığınız takdirde ortaya çıkacak olan görüntüsüyle Yerküre'nin içini gösteren bir kesit şeması.



Böyle bir illüstrasyonu daha önce hiç görmemiş olduğuma inanmak zor, ama anlaşılan görmemiştim, çünkü şaşkınlıktan donakaldığımı gayet iyi hatırlıyorum. Doğrusunu isterseniz, bu şeklin içimde uyandırdığı ilk merak galiba kişisel bir hayalime dayanıyordu: Neyle karşılaşacağından habersiz, Amerika'nın ovalık bölgelerinden doğuya doğru akın akın ilerleyen sürüyle otomobilin, Orta Amerika ile Kuzey Kutbu arasında uzanan 6.400 kilometre

derinliğindeki bir uçurumun kıyısından aşağıya uçtuğunu canlandırmıştım gözümde. Ama bu ilgi daha medeni bir meraka dönüşerek, çizimin bilimsel anlamına yönelmeyi bildi ve Yerküre'nin farklı katmanlardan oluştuğunu, son katmanın arzın merkezinde kor halinde yanan bir demir ve nikel küresi olduğunu ve resmin altındaki açıklamaya bakılırsa, bu katmanın Güneş'in yüzeyi kadar sıcak olduğunu kavramamı sağladı. işte o zaman, büyük bir şaşkınlıkla şöyle düşündüğümü anımsıyorum: "Nereden biliyorlar?"

Bu bilginin doğruluğundan bir an olsun şüphe etmedim. Bilim adamlarının hükümlerine hâlâ, cerrahların, muslukçuların ve esrarengiz, ayrıcalıklı bilgilere sahip diğer insanların hükümlerine güvendiğim gibi güvenirim. Ama binlerce kilometre boyunca altımızda uzanan, hiçbir insan gözünün görmediği ve hiçbir röntgen ışınının ulaşamayacağı derinliklerin neye benzeyebileceğini ve neden yapılmış olabileceğini herhangi bir insan aklının nasıl tahmin edebileceğini hayatım boyunca kavrayamadım. Bana göre tam bir mucizeydi bu. Bilime yönelik tavrım o zamandan beri hep bu doğrultuda olmuştur.

Büyük bir heyecanla, o akşam kitabı alıp eve götürdüm ve yemekten önce açıp ilk sayfasından itibaren okumaya başladım. Annemin ateşime bakmak için alnımı yoklamasına ve iyi olup olmadığımı sormasına sebep olan davranışım da bu olmuştu sanırım.

Neye niyet, neye kısmet. Hiç de heyecan verici değildi. Kitapta akla yakın bir açıklama bile yoktu. Üstelik, illüstrasyonun normal ve sorgulayıcı bir akılda uyandırdığı sorulardan hiçbirine yanıt getirmiyordu: Gezegenimizin orta yerinde nasıl olup da bir Güneş peyda olmuştu ve onun ne kadar sıcak olduğunu nereden biliyorlardı? Şayet o Güneş gezegenimizin içinde yanadurmaktaysa, ayaklarımızın altındaki yer neden sıcak değildi? Ve iç tarafın geri kalan kısmı neden erimiyordu? Yoksa eriyor muydu? Kabuk yana yana nihayet söndüğünde, Yerküre'nin bir kısmı boşluğa düşüp, arkasında dev bir göçük mü bırakacaktı? Ve insan bunu nasıl *bilebilirdi? Nasıl anlardı?*

Ama kitabın yazarı bu türden ayrıntılar konusunda tuhaf bir suskunluk sergiliyordu. Hatta, jeolojik oluşumlar, eksenel hatalar ve benzeri ayrıntılar dışında her konuda sessiz kalıyordu. Sanki bu derin konulara asla akıl erdiremeyeceğimizi düşündürerek, işin ilginç kısmını gizli tutınak ister

gibiydi. Yıllar geçtikçe, bunun sadece o yazara mahsus bir dürtü olmadığından kuşkulanmaya başladım. Ders kitabı yazarları arasında anlaşılması güç, evrensel bir komplo vardı sanki: Ele aldıkları malzemeyi ölçülü bir ilginçlikle sınırlı tutınaya ve çok ilgi çekici olmaktan her zaman mümkün olduğunca kaçınmaya yemin etmiş gibiydiler.

Son derece berrak ve heyecan verici metinler üreten bilimsel kitap yazarlarının küçümsenmeyecek sayıda olduğunu artık biliyorum tabii: Timothy Ferris, Richard Fortey ve Tim Flannery, geleneğin dışına çıkıp sivrilen yazarlardan üç tanesidir. (Merhum ama ölümsüz Richard Feynman'ı saymaya ne hacet.) Ama ne yazık ki, bunlardan hiçbiri bana okutulan ders kitaplarından birini yazmamıştı. Benimkilerin hepsi de, her şeyin formüller halinde ifade edilince açıklık kazanacağı gibi ilginç bir anlayışa ve Amerikalı çocukların boş vakitlerinde kafa yorabilecekleri sorularla biten kitap bölümlerinden pek hoşlanacakları gibi şaşırtıcı derecede yanlış bir inanca bağlı kalan erkekler tarafından yazılmıştı. (Bu yazarlar daima erkek olmuştur.) Böylece, bilimin son derece sıkıcı olduğuna inanarak, ama öyle olması gerekmeyebileceğinden de kuşkulanarak ve bu konuyu elimden geldiğince yadsımaya çalışarak büyüdüm. Bu tepki de uzunca bir süre için bilime yönelik tavrımın bir parçasını oluşturdu.

Derken, çok daha sonraları (sanırım dört beş sene önce) Pasifik-aşırı uzun bir uçak yolculuğu sırasında ayışığıyla aydınlanmış okyanusa penceremden dalgın dalgın bakarken aniden aklıma gelen bir düşünce bütün huzurumu bozdu: Hayatımın sonuna dek üstünde yaşayacağım yegâne gezegene dair en temel bilgilerden yoksundum. Mesela okyanusların neden tuzlu olduğu, ama Büyük Göller'in olmadığı konusunda en ufak bir fikrim yoktu. Okyanusların tuzluluğunda zamanla artış ya da azalış kaydedilip kaydedilmediğini ve okyanusların tuzluluk derecesinin beni ilgilendirmesi gereken bir konu olup olmadığını bilmiyordum. (Şunu memnuniyetle belirtmek isterim ki, 70'li yılların sonlarına kadar bilim adamları da bu soruların yanıtlarını bilmiyorlardı. Bilmediklerini yüksek sesle dile getirmiyorlardı, o kadar.)

Okyanusun tuzluluğu benim cehaletimin ufacık bir kırıntısını temsil ediyordu elbette. Bir protonun ya da proteinin ne olduğunu bilmezdim, bir kuvarkı bir kuvazardan ayırt edemezdim, yerbilimcilerin kanyon

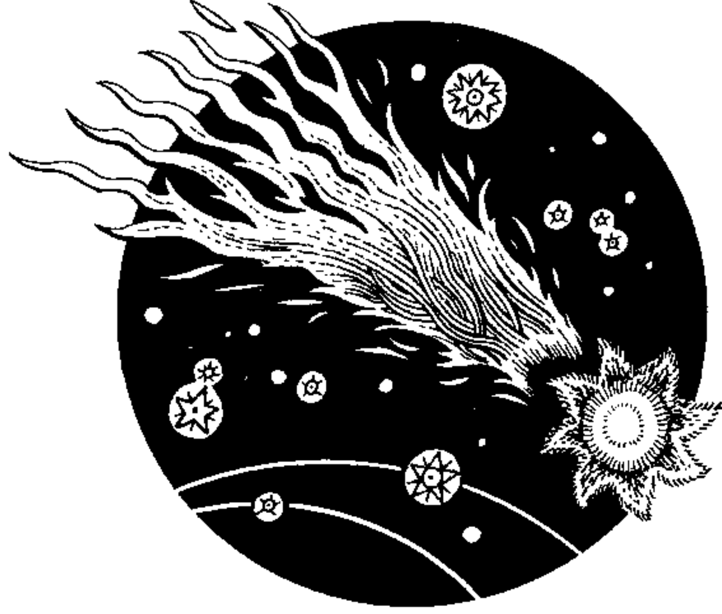
duvarlarındaki kayaların yaşını bir bakışta nasıl anlayabildiklerine hiç akıl erdiremezdim: Aslında dünyadan haberim yoktu benim. Bu konularda biraz bilgi edinmek ve her şeyden önemlisi, insanların bu bilgilere nasıl ulaştıklarını anlamak için duyduğum sessiz, alışılmadık, ama ısrarlı istek bütün benliğimi sardı. Çocukken kafama takılan soru en büyük hayretimin kaynağı olmayı sürdürüyordu: Bilim adamları çözümlerini nasıl bulurlar? Yerküre'nin ağırlığını ya da kayaların yaşını veya ta aşağılarda, arzın merkezinde gerçekte neler olduğunu herhangi bir insan nasıl bilebilir? Evrenin nasıl ve ne zaman oluştuğu ve ilk oluştuğunda neye benzediği nasıl öğrenilebilir? Bir atomun içinde neler olup bittiği nasıl anlaşılır? Ve hazır sırası gelmişken (ya da belki daha doğrusu, şöyle bir düşününce), bilim adamları nasıl olur da çoğunlukla hemen her şeyi bilirmiş gibi gözükür, ama oluşacak bir depremi önceden tahmin etmekten ya da gelecek çarşamba günü maça giderken yanımıza şemsiye almamız gerekip gerekmediğini söylemekten âciz kalabilirler?

İşte böylece, hayatımın bir kısmını (şimdi anlaşıldığı üzere, üç yılını) bu işe adayarak, kitaplar, dergiler okumaya ve ahmakça sorularımı yanıtlamaktan bıkmayan, peygamber sabrında uzmanlar bulmaya karar verdim. Amacım, bilimin harikalarını ve marifetlerini aşırı teknik ya da talepkâr olmayan, ama tamamen yüzeysel de olmayan bir düzeyde anlamanın ve takdir etmenin, hayretle karşılamanın, hatta hoşlanmanın mümkün olup olmadığını görmekti.

Amacım ve umudum işte buydu, okumaya başlayacağınız kitap da bu niyetle yazıldı. Her neyse, ele alınacak son derece geniş bir içeriğimiz ve bunu yapmak için 650.000 saatten çok daha az vaktimiz olduğuna göre, haydi artık başlayalım.

I

KOZMOSTA KAYBOLMAK



Hepsi aynı düzlemdedir. Hepsi de aynı istikamette dönmektedir ... Nasıl anlatsam, bu mükemmel bir şeydir. Görkemlidir. Neredeyse esrarengizdir.

Astronom Geoffrey Marcy'nin güneş sistemini tarifi.

1

BİR EVREN NASIL İNŞA EDİLİR

Ne kadar uğraşırsanız uğraşın, bir protonun ne denli ufak, hacimsel açıdan ne iddiasız olduğunu idrak etmeyi asla başaramazsınız. Çünkü o, akıl almaz küçüklüktedir.

Proton, kendisi de ufacık bir şey olan atomun bölünemeyecek kadar küçük bir parçasıdır. Protonlar öyle küçüktür ki, “i” harfindeki noktaya benzer minicik bir mürekkep lekesi, aşağı yukan 500.000.000.000 tane ya da yarım milyon yıl içindeki saniye sayısından fazla proton barındırabilir. Yani en basit ifadeyle, protonlar aşırı mikroskobiktir.

Şimdi, elinizden gelirse (ki elbette gelmez), bu protonlardan birini küçültüp normal büyüklüğünün milyarda birine indirdiğinizi ve tek bir protonu bile devasa gösterecek küçüklükte bir uzaya yerleştirdiğinizi farz edin. Şimdi de bu mini minnacık uzaya, bir gıdım madde ilave edin. Mükemmel. Bir evren başlatmaya hazırsınız.

Şişen bir evren inşa etmek istediğinizi varsayıyorum tabii. Eğer daha eski-usul, standart bir Büyük Patlama (Big Bang) evreni inşa etmeyi tercih ederseniz, ek malzemelere ihtiyacınız olacak. Hatta, var olan her şeyi, burası ile kâinatın kıyısı arasında yer alan tüm maddeleri son zerresine ve son parçacığına kadar toplamanız ve hiç boyutu kalmayana dek, sonsuz küçüklükte kompakt bir noktaya yoğunlaştırmanız gerekecek. Bu durum, *tekillik* (singularite) olarak bilinir.

Her iki durumda da, gerçekten büyük bir patlamaya hazır olun. Doğal olarak, manzarayı seyretmek için emniyetli bir yere çekilmek isteyeceksiniz. Ama ne yazık ki çekilebileceğiniz bir yer yoktur, çünkü tekilliğin dışında, hiçbir *yer* yoktur. Evren genişlemeye başladığı zaman

daha büyük bir boşluğu doldurmak üzere dışa doğru yayılıyor olmayacaktır. Var olan tek uzay, evrenin genişledikçe yarattığı uzaydır.

Tekilliği gözünüzde karanlık ve sınırsız bir boşlukta asılı duran bir nevi gebe nokta olarak canlandırmak doğal ama yanlıştır. Zira uzay da yoktur, karanlık da. Tekilliğin etrafında hiçbir *etraf* yoktur. işgal edebileceği bir uzay yoktur, içinde bulunabileceği bir yer yoktur. Ne zamandır orada olduğunu, yoksa kısa süre önce, parlak bir fikir gibi aniden peyda mı olduğunu, ya da ezelden beri orada durup, sessizce doğru anı mı beklediğini bile soramayız. Zaman yoktur. Zamanı doğurabilecek bir geçmiş de yoktur.

İşte böylece, hiçlikten, evrenimiz doğar.

Tek bir göz kamaştırıcı salise içinde, kelimeleri kifayetsiz bırakacak kadar kısa ve yoğun bir görkem anı içinde, tekillik semavi boyutlar kazanır, akla sığmayacak enginlikte bir uzay yaratır kendine. Kütlesel çekim kuvveti ve fizik bilimine hükmeden diğer kuvvetler o ilk müthiş saniye içinde ortaya çıkar. Birçok kozmologun daha ince kesirlere bölmeye kariyerlerini adayacakları bir saniyedir bu. Bir dakikadan kısa bir süre içinde, evren bir milyon milyar mil genişler ve hızla büyümeye devam eder. Artık çok fazla ısı vardır: Çoğu hidrojen ve helyum, azıcığı da (yaklaşık yüz milyonda bir atomu) lityum olmak üzere, nispeten hafif elementleri yaratacak nükleer reaksiyonları başlatmak için gereken sıcaklığa, yani on milyar dereceye ulaşılmıştır. Üç dakika içinde, var olan ya da olacak tüm maddelerin yüzde 98'i üretilmiştir. Artık bir evrenimiz vardır. Mümkün olabilecek en şahane ve en lütufkâr yerdir orası, çok da güzeldir üstelik. Ve hepsi de, neredeyse bir sandviç hazırlamak için gereken süre içinde oluşuvermiştir.

Bu anın ne zaman oluştuğu ayrı bir tartışma konusu. Yaratılış anının on milyar yıl önce mi, yirmi milyar yıl önce mi, yoksa on ila yirmi milyar yıl önce mi oluştuğu, kozmologlar tarafından nicedir tartışılmakta. Genel mutabakat, yaklaşık 13,7 milyar yıl öncesine işaret eder gibi, ama izleyen sayfalarda göreceğimiz üzere, buna benzer şeylerin ölçümündeki zorluk dillere destandır. Kesin olarak söylenebilecek tek şey var: Çok uzak geçmişin belirsiz bir noktasında, bilinmeyen sebeplerden ötürü, bilimin "zaman = sıfır" (t = O) diye tanımladığı bir an geldi. Ve insanoğlu yola koyuldu.

Bilmediğimiz elbette çok şey var ve bildiğimizi düşündüğümüz şeylerden çoğunu da aslında yanlış bilmiş ya da uzunca bir süre bildiğimizi sanmışız. Büyük Patlama bile oldukça yeni bir kavram. Belçikalı bir papaz-âlim olan Georges Lemaître'ın büyük patlama modelini ilk ortaya attığı 1920'lerden beri bu fikir kafaları kurcaladı, ama iki genç radyoastronomun tesadüfen olağanüstü bir keşifte bulundukları 60'lı yılların ortalarına kadar kozmolojide etkin biçimde kavramlaşamadı.

Bu radyoastronomların adlan Arno Penzias ve Robert Wilson idi. 1965'te New Jersey'de, Holmdel'deki Bell Laboratuvarlan'na ait büyük bir iletişim anteninden yararlanmaya çalışan bu iki astronomun başlan, ısrarlı bir "fon gürültüsü"yle dertteydi. Her türlü deneysel çalışmayı imkânsızlaştıran, sürekli ve buğulu bir tıs sesiydi bu. Ses amansız ve odaksızdı. Gece gündüz hiç ara vermeden, yaz kış demeden, gökyüzünün her noktasından geliyordu. Bir yıl süresince genç astronomlar sesin kaynağını bulmak ve gürültüyü elimine etmek için düşünebildikleri her şeyi yaptılar. Her elektrikli sistemi denediler. Aletleri yeni baştan kurdular, devreleri kontrol ettiler, tellerle oynadılar, fişleri temizlediler. Çanağın içine tırmanıp her bir ek ve perçin yerine boru bandı yapıştırdılar. Süpürge ve fırçalarla yeniden çanağa tırmanıp, sonraki raporlarında "beyaz yalıtkan madde" diye değindikleri, halk arasındaysa kuş pisliği olarak bilinen şeylerden dikkatle temizlediler onu. Ne deneseler fayda etmedi.

Onlardan habersiz, yalnızca 50 kilometre mesafedeki Princeton Üniversitesi'nde, Robert Dicke önderliğindeki bir bilim adamı ekibi, Penzias ile Wilson'ın gayretle bertaraf etmeye uğraştıkları şeyin ta kendisini bulmaya çalışıyordu. Princeton'lı araştırmacılar, 1940'larda Rusya doğumlu astrofizikçi George Gamow tarafından öne sürülmüş bir fikrin peşindeydiler: Uzayın yeterince derinlerine baktığınız takdirde, Büyük Patlama'dan artakalan kozmik bir fon ışınımı bulmanız gerekirdi. Gamow, bu ışınımın, kozmosun enginliğini katettiği zaman Yerküre'ye mikrodalgalar halinde ulaşacağını hesaplamıştı. Daha sonraki raporlarından birinde bu işi görecek bir alet bile önermişti: Holmdel'deki Bell antenini. Ne yazık ki, Gamow'un raporunu ne Penzias ile Wilson, ne de Princeton ekibinden biri okumuştu.

Penzias ile Wilson'ın işitmekte oldukları ses, elbette Gamow'un öngördüğü sesti. Onlar, evrenin ya da en azından görülebilir kısmının 90 milyar trilyon mil ötedeki kıyısını bulmuşlardı. îlk fotonları, yani evrendeki en ezeli ışığı "görmekteydiler" aslında. Ama onu gözleriyle değil kulaklarıyla algılıyorlardı, çünkü tıpkı Gamow'un tahmin ettiği gibi, zaman ve mesafe bu fotonları mikrodalgalara çevirmişti. Alan Guth, *The Inflationary Universe* (Şişen Evren) adlı kitabında, bu keşfin perspektif kazanmasına yardımcı olan bir benzetmeye başvurur: Evrenin derinliklerine, Empire State Binası'nın yüzüncü katından aşağıya bakar gibi baktığınızı düşünürseniz, yüzüncü kat şimdiyi, cadde düzeyiyse Büyük Patlama'yı temsil eder. Böyle bir ölçekte, Wilson ile Penzias'ın keşiflerini yaptıkları dönemde varlığı insanoğlu tarafından keşfedilmiş olan en uzak galaksiler altmışıncı kat civarında ve en uzak cisimler (yıldızımsılar)[1] yirminci kat civarında kalır. Penzias ile Wilson'ın keşfi, görülebilir evrenle tanışıklığımızı giriş katına olabildiğince yaklaştırmıştır.

Bu sese neyin yol açtığının hâlâ farkında olmayan Wilson ile Penzias, Princeton'daki Dicke'e telefon ettiler ve bir çözüm önerebileceği umuduyla sorunlarını ona anlattılar. Dicke, iki genç adamın neyi bulmuş olduklarını derhal anladı. Ekip arkadaşlarına dönüp, "Geçmiş olsun çocuklar, keşfi onlara kaptırdık," dedi, telefonu kapatırken.

Bundan kısa süre sonra, *Astrophysical JournaVda* iki makale yayınlandı: Makalelerden birinde Penzias ile Wilson'ın tıs sesiyle ilgili deneyimleri anlatılıyor, Dicke'in ekibi tarafından yazılan diğerindeyse bu sesin doğası açıklanıyordu. Penzias ile Wilson, kozmik fon ışınımının peşinde olmadıkları, buldukları zaman onun ne olduğunu anlamadıkları ve keşiflerine herhangi bir raporda tanım ya da yorum getirmedikleri halde, 1978'de fizik dalında Nobel Ödülü kazandılar. Princeton araştırmacılarına ise sadece sempati duyuldu. *Lonely Hearts ofthe Cosmos* (Kozmosun Yalnız Kalpleri) adlı kitabın yazarı Dennis Overbye'a göre, Penzias da Wilson da buldukları şeyin önemini hiç anlamamıştı, ta ki *New York Times'da* haberini okuyana dek.

Sırası gelmişken belirteyim, kozmik fon ışınımından kaynaklanan rahatsızlık herkesçe yaşanan bir deneyimdir. Televizyonunuzu hiç yayın almadığı bir kanala çevirin: Göreceğiniz cızırtılı statiğin yaklaşık olarak

yüzde birine, Büyük Patlama’nın bu ezeli kalıntısı sebep olur. Bir dahaki sefere kanalda hiçbir şey olmadığı için şikâyet ettiğinizde, ekranda evrenin doğuşunu her zaman izleyebileceğinizi hatırlayın.

Adına herkes Büyük Patlama dediği halde, birçok kitap onu bildiğimiz anlamda bir patlama olarak düşünmememiz gerektiğine dikkat çeker: Muazzam ölçekte, engin ve ani bir genişlemeydi daha ziyade. Peki ona ne sebep oldu?

Tekilliğin daha evvel çökmüş bir evrenin kalıntısı olduğunu düşünenler var. Onlara göre bizim evrenimiz, ebedi bir evrenler çevriminin yalnızca bir tanesidir ve bu çevrimde evrenler bir oksijen makinesinin hava torbası gibi bir genişleyip bir çöker. Başka görüşler, Büyük Patlma’yı “yalancı vakum” ya da “vakum enerjisi” diye adlandırdıkları şeye, yani hiçliğin egemenliğine son veren dönüştürücü bir nitelik ya da olguya bağlar. Hiçlikten bir şey elde edebilmek imkânsız görünür, ama bir zamanlar hiçbir şeyin var olmadığı ve şimdi bir evrenin var olduğu gerçeği, bunun olabileceğinin açık kanıtıdır. Bizim evrenimiz daha büyük birçok evrenin küçük bir parçası bile olabilir ve belki de Büyük Patlama’lar her zaman her yerde olagelmektedir. Ya da belki, Büyük Patlama’dan önce uzay ve zamanın bütünüyle farklı biçimleri, bizim hayal bile edemeyeceğimiz kadar yabancı biçimleri vardı ve Büyük Patlama da bir nevi geçiş safhasını temsil etmekteydi; öyle ki, bu patlamayla evren bizim anlayamayacağımız bir biçimden, az buçuk anlayabileceğimiz bir biçime geçti. Stanford kozmologlarından Dr. Andrei Linde’in 2001 yılında*New York Times'a* söylediği gibi: “Bunlar dini meselelere çok yakın konulardır.”

Büyük Patlama kuramı, patlamanın kendisine değil, patlamadan sonra olanlara dairdir. Ama dikkatinizi çekerim, çok sonra olanlara değil. Bilim adanılan pek çok hesap yaparak ve parçacık hızlandıncılannda2 olup bitenleri dikkatle gözleyerek yaratılış anından 10~^{43} saniye sonrasına bakabildiklerine inanırlar. O sırada evren hâlâ o kadar küçüktü ki, onu bulmak için bir mikroskoba ihtiyacınız olurdu. Karşımıza çıkan her olağanüstü rakam bizi kendimizden geçirmemelidir, ama belki sırf bu rakamların akıllara durgunluk veren acayip büyüklüğünü bize hatırlatması için arada sırada içlerinden birine kilitlenmeye değer. Nitekim, ıo-43,

0,0000000000000000000000000000000000000000000001’dir, yani bir saniyenin on milyon trilyon trilyon trilyonda biri.[1]

Evrenin ilk anları hakkında bildiklerimizden ya da bildiğimize inandıklarımızdan çoğunu, *şişme kuramı*(inflation theory) diye adlandırılan fikre borçluyuz. Bu fikir ilk kez 1979 yılında, o zamanlar Stanford’da, şimdiyse Massachusetts Teknoloji Enstitüsü’nde çalışan Alan Guth adında genç bir parçacık fizikçisi tarafından ileri sürüldü. Guth o sıralar otuz iki yaşındaydı ve kendi ağzıyla itiraf ettiği gibi, daha evvel dişe dokunur bir başarıya imza atmamıştı. Büyük Patlama konulu bir konferansa hasbelkader katılmış olmasaydı, o müthiş kuramını muhtemelen hiç geliştiremeyecekti. Söz konusu konferansçı, Robert Dicke’den başkası değildi. Dicke’in konuşması Guth’a ilham verdi ve onu kozmolojiyle, özellikle de evrenin doğuşuyla ilgilenmeye yöneltti.

Bu ilginin nihai sonucu, şişme kuramı oldu. Şişme kuramına göre, yaratılışın başlangıcından çok kısa bir an sonra evren ani ve çarpıcı bir genişleme gösterdi: Şişti... Adeta kendinden kaçarcasına, her ıo-34 saniyede bir, büyüklüğünü ikiye katladı. Bu olayın tamamı, belki en fazla 10^{-30} saniye (saniyenin milyon milyon milyon milyon milyonda biri kadar) sürdü, ama evreni avucunuzun içinde tutabileceğiniz bir şeyden en az 10.000.000.000.000.000.000.000.000 misli büyük bir şeye dönüştürdü. Şişme kuramı, evrenimizi mümkün kılan dinamiklere açıklama getirir. Şişme olmasaydı, madde kümeleri olmayacaktı, dolayısıyla yıldızlar da olmayacaktı. Evren, sürüklenen gazlardan ve ebedi bir karanlıktan ibaret kalacaktı.

Guth’un kuramına göre, saniyenin trilyonda birinin trilyonda birinin trilyonda birinin trilyonda birinde, kütleçekimi[2] oluştu. Gülünç derecede kısa bir diğer süre sonrasında, buna güçlü ve zayıf nükleer kuvvetler ve elektromanyetizma (fiziğin malzemesi) eklendi. Hemen akabinde, bunlara temel parçacık sürüleri (maddenin malzemesi) katıldı. Hiç yoktan, sürüyle foton, proton, elektron, nötron ve daha pek çok şey var oldu: standart Büyük Patlama kuramına göre her birinden 1079 ila 1089 adet.

Böyle miktarları kavramak elbette olanaksız. Tek bir olağanüstü an içinde bize son derece engin bir evren bağışlandığını bilmemiz kâfi: kurama göre bir uçtan öbür uca en az yüz milyar ışık yılı genişlikte, ama belki de

sonsuzlukla sınırlı büyüklükte, yıldızların, galaksilerin ve diğer kompleks sistemlerin yaratılışı için mükemmelen donatılmış bir evren.

Kendi açımızdan işin olağanüstü yanı, bu oluşumun bize ne kadar lütufkâr davrandığıdır. Şayet evren azıcık başka türlü oluşmuş olsaydı, mesela kütleçekimi bir nebze daha güçlü veya daha zayıf olsaydı ya da genişleme biraz daha yavaş veya daha hızlı gerçekleşseydi, sizi, beni ve üstünde durduğumuz yeri oluşturacak kararlı (stabil) elementler hiç var olmayabilirdi. Kütleçekimi azıcık daha güçlü olsaydı, evren kendisine doğru boyutları, yoğunluğu ve bileşenleri verecek doğru değerlerden yoksun kalır, kötü kurulmuş bir çadır gibi çökebilirdi. Daha zayıf olsaydı, hiçbir şey bir araya gelip kaynaşamazdı. Evren sonsuza dek ıssız ve tenha bir boşluk olarak kalırdı.

Bazı uzmanları başka büyük patlamaların da olmuş olabileceğine inandıran sebeplerden biri de işte budur. Bu uzmanlara göre, ebediyetin yüce enginliğine dağılmış belki trilyonlarca patlama olmuştur ve bizim bu müstesna evrende var olmamızın nedeni, ancak bu evrende var olabilmemizdir. Columbia Üniversitesi’nden Edward P. Tryon’ın bir defasında ifade ettiği gibi: “Bunun neden böyle olduğu sorusuna, Evren’imizin zaman zaman olan şeylerden yalnızca biri olduğu gibi mütevazı bir öneriyle karşılık veririm.” Guth bu sözlere şunları ekler: “Tryon’ın vurguladığı husus şuydu: Bir evrenin yaratılma ihtimali yok denecek kadar az olduğu halde, başarısızlığa uğrayan girişimleri kimse hesaba katmamıştır.”

Britanya’nın Kraliyet Astronomu Martin Rees, birçok evrenin var olduğuna inanır: Farklı kombinasyonlarda ve farklı özelliklerde, belki sonsuz sayıda evren vardır ve bizler her şeyi bizim var olmamıza olanak tanıyacak biçimde birleştiren bir evrende yaşarız. Rees bu durumu çok büyük bir giyim mağazasına benzetir: “Mağazanın stoku çok genişse, kendi bedeninize uygun bir giysi bulmak sizi şaşırtmaz. Eğer pek çok evren varsa ve her birine farklı sayı dizileri hükmediyorsa, içlerinden bir tanesi mutlaka yaşam barındırmaya elverişli bir sayı dizisi sunacaktır. Bizler işte o müstesna evrendeyiz.”

Rees, evrenimize özellikle altı sayının hükmettiğini ve bu değerlerden herhangi birinin hafifçe değişmesi halinde hiçbir şeyin eskisi gibi

olamayacağını belirtir. Örneğin, evrenin var olduğu gibi var olabilmesi için hidrojenin ölçülü ama nispeten görkemli bir biçimde helyuma dönüşmesi ve bunu yapabilmek için kütlesinin binde 7'sini enerjiye çevirmesi gerekir. Bu değerde hafif bir azalış olsa, sözgelimi binde 7'den binde 6'ya inse, hiçbir dönüşüm gerçekleşemez: Evren hidrojenden ibaret kalır. Değer çok az da olsa artsa, mesela binde 8'e çıksa, dönüşüm çılgınca hızlanacağı için hidrojen hemencecik tüketilir. Her halükarda, sayılardaki en ufak bir oynamayla birlikte, bildiğimiz ve gereksindiğimiz haliyle evren artık var olmayacaktır.

Her şeyin *şimdilik* tam tamına doğru kıvamda olduğunu söylemeliyim. Ama ileride, kütleçekimi biraz güçlenebilir. Bu güçlenme günün birinde evrenin genişlemesini durdurabilir ve gerileyip çökmesine sebep olabilir, ta ki evren kendini iyice ezip küçülterek aynı süreci yeni baştan başlatacak bir diğer tekilliğe indirgenene dek. Öte yandan, kütleçekimi aşın zayıflayabilir, ki bu durumda da evren sonsuza dek alabildiğine genişlemeye devam eder ve her şey birbirinden öyle uzaklaşır ki, madde etkileşimlerine olanak kalmaz: Evren son derece ferah ama atıl ve ölü bir yer haline gelir. Üçüncü olasılık, kütleçekiminin tam ayarında (kozmologların tabiriyle "kritik yoğunlukta") kalmasıdır. Bu ayar, evreni tam tamına doğru boyutlarda bir arada tutarak, her şeyin belirsiz bir süre için devamına olanak sağlar. Kozmologlar, eşref saatlerinde buna bazen "Goldilocks etkisi" (her şeyin tam kıvamındalığı) diye değinirler. (Bilimsel literatürde bu üç olası evren sırasıyla kapalı, açık ve düz evren olarak bilinir.)

Hayatımızın belli bir noktasında hepimizin aklına takılmış olan soru şudur: Evrenin kıyısına kadar seyahat edip, başınızı tabiri caizse perdelerin arasından dışarı uzatsaydınız ne olurdu? Başınız, artık evrenin içinde olmayacağına göre, nerede *olurdu?* Ötede ne bulurdunuz? Bu soruların yanıtı sizi düş kırıklığına uğratacaktır: Evrenin kıyısına asla ulaşamazsınız. Bunun sebebi, oraya ulaşmanın çok uzun vakit alacağı değildir, ki bu da elbette doğrudur. Sebep, dışa doğru, hiç durmadan, dümdüz bir rota izleyerek, belirsiz bir süre boyunca inatla seyahat etseniz dahi hiçbir dış sınıra varamayacak oluşunuzdur. Başladığınız yere döndüğünüzle kalırsınız (ve bu noktada tahminen ümitsizliğe kapılıp pes edersiniz). Bunun sebebi, Einstein'ın (ilgili bölümde ele alacağımız) görelilik (rölativite) kuramına uygun olarak, evrenin layığıyla hayal edemeyeceğimiz biçimde "eğriliyor"

olmasıdır. Ama şu an için, büyük ve durmadan genişleyen bir balon içinde başıboş sürüklenmediğimizi bilmeniz yeterli. Uzay kavislenir ve bu da onun sınırsız ama sonlu olmasını mümkün kılar. Uzayın genişlemekte olduğunu söylemek bile yerinde olmaz, çünkü Nobel ödüllü fizikçi Steven Weinberg'in de belirttiği gibi, "güneş sistemleri ve galaksiler genişlemiyor, uzayın kendisi de genişlemiyor." Daha doğrusu, galaksiler hızla birbirlerinden uzaklaşıyor. Bütün bunlar sezgiye meydan okuyan olgulardır. Ya da, bir zamanlar biyolog J. B. S. Haldane'in kusursuzca gözlemlediği gibi: "Evren zannettiğimizden daha tuhaf olmakla kalmaz,*zannedebileceğimizden* daha tuhaftır."

Uzayın kavislenişini izah etmek için genellikle şu benzetmeye başvurulur: Düz yüzeyler evreninden, hayatında hiç küre görmemiş birinin Yerküre'ye getirildiğini hayal etmeye çalışın. Bu kişi gezegenin yüzeyinde ne kadar dolaşırsa dolaşsın, asla bir ucunu bulamaz. Sonunda başladığı noktaya geri dönebilir ve kafası elbette büsbütün karışacağından, bunun nasıl olabildiğini bir türlü açıklayamaz. Eh, biz de uzayda düz yüzeyler evreninin o şaşkın sakiniyle aynı konumdayız. Ondan tek farkımız, daha karmaşık bir soru yüzünden afallamış olmamız.

Evrenin kıyısını bulabileceğiniz bir yer olmadığı gibi, merkezinde durup "Burası her şeyin başladığı yer. Burası her şeyin en merkezi noktası," diyebileceğiniz bir yer de yoktur. Biz *hepimiz* her şeyin merkezindeyiz. Aslında bunu kesinkes bilmiyoruz, matematiksel olarak ispatlayamayız. Bilim adamları bizim gerçekte evrenin merkezi olamayacağımızı (olsaydık bunun ne anlama geleceğini varın siz düşünün artık...) ama fenomenin her yerdeki tüm gözlemciler için aynı olması gerektiğini sadece varsayarlar. Ama aslına bakarsanız hiçbir şey bildiğimiz yok.

Bizim için evren, evren oluşalı beri geçen milyarlarca yıldır ışığın gidebildiği kadarından ibarettir. Bu görülebilir evren, yani bildiğimiz ve hakkında konuşabileceğimiz evren, bir uçtan öbür uca milyon milyon milyon milyon (yani l.000.000.000.000.000.000.000.000) mil genişliktedir. Ama çoğu kurama göre, kimi zaman meta-evren diye adlandırılan büyük evren, daha da muazzam enginliktedir. Rees'e göre, bu daha büyük, görülmemiş evrenin kıyısına kaç ışık yılı mesafede olunduğu, "onlarca değil, yüzlerce bile değil, milyonlarca sıfırla" yazılmalıdır. Kısacası, ötenin

ötesini tahayyül etme zahmetine hiç girmeseniz dahi, hayal edebileceğinizden çok daha engin bir uzay vardır.

Uzun bir süre için, Büyük Patlama kuramının birçok insanı tedirgin eden büyük bir eksiği vardı: Buraya nasıl vardığımızı biraz olsun açıklayamıyordu. Var olan tüm maddelerin yüzde 98'i Büyük Patlama'yla yaratıldığı halde, bu maddeler sadece hafif gazlardı: daha önce de değindiğimiz gibi, helyum, hidrojen ve lityum gazları. Kendi varoluşumuz için hayati önem taşıyan malzemelerin, yani karbon, nitrojen ve oksijen gibi ağır elementlerin bir parçacığı bile yaratılışın gaz çorbasından doğmamıştır. Kaldı ki, bu ağır elementleri oluşturmak için Büyük Patlama'dan yayılana benzer boyutta ısıya ve enerjiye ihtiyaç vardır. Oysa tek bir Büyük Patlama olmuş ve o da ağır elementleri üretmemiştir. O halde onlar nereden geldiler? İlginçtir ki, bu sorunun yanıtını bulan adam Büyük Patlama'yı bir kuram olarak içtenlikle küçümseyen ve Büyük Patlama terimini dalga geçercesine, alayla icat eden bir kozmolog oldu.

Ona birazdan değineceğiz, ama buraya nasıl vardığımız sorusuna dönmeden önce, "bura"nın tam olarak neresi olduğunu birkaç dakikalığına düşünmekte fayda var.

2

GÜNEŞ SİSTEMİNE HOŞ GELDİNİZ

Günümüzde astronomların ellerinden inanılmaz şeyler geliyor. Ay'da biri kibrit çaksa, alevini tespit edebilecek durumdalar. Ücra yıldızların en ufak titreşimlerinden, görülemeyecek kadar uzak gezegenlerin büyüklüğünü, karakterini ve hatta potansiyel yaşanabilirliğini belirleyebiliyorlar. (Söz konusu gezegenler bize öyle uzaktır ki, bir uzaygemisiyle oraya varmak yarım milyon yılımızı alır.) Radyoteleskoplarıyla akıl almaz derecede silik ışınım demetleri yakalayabiliyorlar. (Söz konusu ışınımlar öyle zayıftır ki, bütün astronomların güneş sistemi dışından enerji toplamaya başladıkları l 95l yılından bu yana toplanmış olan enerji miktarının toplamı, Carl Sagan'ın sözleriyle, "yere düşen tek bir kar tanesinin enerjisinden azdır.")

Özetle, astronomların bulmayı kafaya koyup da bulamayacakları pek bir şey yoktur evrende. Plüton'un bir uydusu olduğunun 1978'e kadar kimse

tarafından fark edilmemiş olması, işte bu yüzden daha da çarpıcıdır. 1978 yazında, Arizona'nın Flagstaffkentindeki ABD Donanma Gözlemevi'nde, James Christy adında genç bir astronom Plüton'un fotoğraflan üzerinde rutin incelemelerinden birini yaparken, orada bir şey olduğunu gördü: bulanık ve belirsiz, ama kesinlikle Plüton'dan ayrı bir şey. Meslektaşı Robert Harrington'a danışarak, görmekte olduğu şeyin bir uydu olduğu sonucuna vardı. Bu uydu herhangi bir uydu değildi üstelik. Gezegenine kıyasla, güneş sistemindeki en büyük uyduydu.

Bu durum, zaten ahım şahım bir cüssesi bulunmayan Plüton'un bir gezegen olarak konumuna tam bir darbe indiriyordu aslında. Çünkü Christy'nin bulgusundan evvel, uydunun ve Plüton'un birlikte kapladıkları alanın tek ve aynı olduğu düşünülürdü. Ama anlaşılan o ki, Plüton hiç kimsenin tahmin edemediği kadar küçüktü: Merkür'den bile küçük. Hatta, güneş sistemindeki yedi uydu, bizim ayımız dahil, ondan daha büyüktü.

Bu noktada doğal olarak akla gelen soru, kendi güneş sistemimizde yer alan bir uyduyu bulmanın neden bu kadar uzun vakit aldığıdır. Cevabı kısmen astronomların araçlarını nereye yöneltti̇klerinde, kısmen bu araçların neyi saptamak üzere tasarlandığında ve kısmen de söz konusu gezegenin gariban Plüton oluşunda aramak gerekir. Ama en önemli etken, astronomların araçlarını nereye yönelttikleridir. Astronom Clark Chapman'ın sözleriyle: "Çoğu insan astronomların geceleri gözlemevlerinde gökleri taradıklarını düşünür. Bu doğru değildir. Dünyadaki teleskopların hemen hepsi, bir yıldızımsı görmek veya karadelikleri aramak ya da uzak bir galaksiye bakmak için göklerin çok uzak ve çok minik parçalarını gözetlemek üzere tasarlanmıştır. Gökleri tarayan yegâne gerçek teleskop ağı, silahlı kuvvetler tarafından tasarlanıp inşa edilmiştir."

Sanatçı yorumları, uzay cisimlerini gerçek astronomide var olmayan bir netlikle hayal etmemize yol açar. Oysa Christy'nin fotoğrafındaki Plüton gayet sönük ve soluktur: Kozmik bir tüy parçasını andırır. Uydusuysa, *National Geographic* dergisindeki resimlerde göreceğiniz türden, romantik bir ışıkla arkadan aydınlatılmış, keskin hatlarla belirli bir uydu değil, minicik ve belli belirsiz bir izden ibarettir. Öyle belirsizdir ki, birinin bu

uyduyu yeniden tespit edip Christy tarafından ortaya konan varlığını onaylayabilmesi için aradan yedi sene geçmesi gerekmiştir.

Christy’nin keşfine dair ince bir ayrıntı da, bu keşfin Flagstaffte yapılmış olmasıdır. Ne ilginçtir ki, 1930 yılında Plüton'un ilk kez keşfedildiği yer de orasıydı. Astronomide yeni ufuklar açan bu başarı, büyük ölçüde astronom Percival Lowell’a mal edilir. Boston’ın en köklü ve zengin ailelerinden birine (Lowell’ların yalnızca Cabot’larla, Cabot’larınsa yalnızca Tanrı’yla konuştukları, fasulye ve morina membaı Boston hakkındaki ünlü şarkıda sözü geçen aileye) mensup olan Lowell, kendi adını taşıyan ünlü gözlemevini donatan kişidir. Ama en çok, Mars’ın kanallarla kaplı olduğu ve bu kanalların, ekvator civarındaki kuru ama verimli topraklara kutup bölgelerinden su aktarmak amacıyla hamarat Marslılar tarafından inşa edilmiş olduğu yolundaki inancıyla hatırlanır.

Lowell’ın öbür sarsılmaz inancı ise, Neptün’ün ötesinde bir yerde, X Gezegeni diye adlandırdığı, keşfedilmemiş bir dokuzuncu gezegenin var olduğu yolundaydı. Lowell bu inancını Uranüs ve Neptün gezegenlerinin yörüngelerinde saptadığı düzensizliklere dayandırmış, hayatının son yıllarını orada bulunduğuna emin olduğu gazlı devi aramaya adamıştı. Ne yazık ki, biraz da bu tüketici arayışın etkisiyle, 1916’da aniden öldü ve vârisleri toprak kavgasına tutuşurken Lowell’ın araştırması sürüncemede kaldı. Velhasıl, 1929’da, biraz da dikkati Mars’taki kanallar safsatasından başka yöne kaydırmak amacıyla (çünkü Lowell’ın bu inancı artık ciddi bir utanç kaynağı haline gelmişti) araştırmayı yeniden başlatmaya karar veren Lowell Gözlemevi direktörleri, Clyde Tombaugh adında Kansaslı bir delikanlıyı bu işle görevlendirdiler.

Tombaugh’ın astronomi alanında hiç resmi eğitimi yoktu, ama son derece gayretli ve cin gibi akıllı biriydi. Bir senelik sabırlı bir araştırmadan sonra Plüton’u tespit etmeyi başardı: ışıl ışıl bir gök kubbede yanan zayıf bir ışık noktası. Bu mucizevi bir buluştu ve şu husus onu daha da çarpıcı kılıyordu: Lowell’ın Neptün’den sonra bir gezegenin daha var olduğunu tahmin etmesini sağlayan gözlemlerin büyük ölçüde hatalı olduğu ortaya çıkmıştı. Tombaugh bu yeni gezegenin Lowell tarafından öngörülen muazzam gaz topuyla uzaktan yakından alakası olmadığını bir bakışta anlayabilmişti. Ama yeni gezegenin karakteri hakkında onun ya da bir

başkasının kafasını kurcalayan her şüphe bir çırpıda kenara itildi. Çünkü herkesin heyecanlanmak için bahane aradığı günlerdi ve hemen her flaş haber büyük bir hezeyana sebep olurdu. Plüton, Amerikalılarca keşfedilen ilk gezegendi ve onun buzlarla kaplı ücra bir noktadan ibaret olduğu düşüncesi kimsenin keyfini bozamayacaktı. En azından ilk iki harfinin Lowell'ın adının ve soyadının baş harflerini temsil ettiği düşüncesiyle, gezegene Plüton adı verildi. Lowell ölümünden sonra her yerde birinci sınıf bir dâhi olarak yüceltildi ve Tombaugh, kendisini genellikle hürmetle anan gezegen astronomları dışında herkes tarafından, büyük ölçüde unutuldu.

Birkaç astronom, oralarda bir yerde hâlâ bir X Gezegeni'nin var olabileceğini düşünmeye devam ediyor: Jüpiter'in belki on misli büyüklükte, ama bizim göremeyeceğimiz kadar uzakta, gerçekten devasa bir gezegen. (Bu gezegen o uzaklıktan çok az güneş ışığı alabileceği için hiç ışık yansıtmıyor olabilir.) Böyle düşünenlere göre, X Gezegeni Jüpiter ya da Satürn gibi alışılagelmiş bir gezegen olmayacaktır. Çünkü öyle olamayacak kadar uzaktadır: 4,5 trilyon mil gibi bir mesafeden bahsediyoruz. Daha ziyade, güneş olmayı asla pek başaramamış bir güneşe benzeyecektir. Zaten kozmostaki çoğu yıldız sistemi çift yıldızlıdır ve bu da bizim tek güneşimizin biraz tuhaf kaçmasına yol açar.

Plüton'a gelince: Kimse onun ne kadar büyük olduğu, neden yapılmış olduğu, ne gibi bir atmosferi bulunduğu, hatta gerçekte ne olduğu konusunda emin değildir. Birçok astronom, onun aslında gezegen bile olmadığına, Kuiper Kuşağı olarak bilinen galaktik moloz bölgesinde şimdiye dek bulunmuş en büyük cisim olduğuna inanır. Kuiper Kuşağı, aslında 1930 yılında F. C. Leonard adında bir astronom tarafından kuramlaştınlmıştır, ama bu kuşağın adı Leonard'ı değil, Amerika'da çalışan ve fikri genişletmiş olan Hollanda kökenli Gerard Kuiper'i şereflendirir. Kuiper Kuşağı, kısa-periyotlu (dünya civarından oldukça düzenli aralıklarla geçen) kuyrukluyıldızlar olarak bilinen ve en ünlüsü Halley olan kuyrukluyıldızların kaynağıdır. Daha uzaklarda dolaşan uzun-periyotlu kuyrukluyıldızlar (mesela son ziyaretçilerimizden Hale-Bopp ve Hyakutake) çok daha uzaktaki Oort bulutundan gelir, ki ona da birazdan değineceğiz.

Plüton'un diğer gezegenlerinkine pek benzemeyen bir davranış gösterdiği kesinlikle doğrudur. Plüton bücür ve bulanık olmakla kalmaz; hareketleri o kadar değişkendir ki, bundan yüz yıl sonra onun nerede olacağını kimse söyleyemez. Diğer gezegenler aşağı yukarı aynı düzlemde dolanırken, Plüton'un yörüngesel ekseni güneş sisteminin ortalama düzlemine on yedi derece eğiktir: şık görünsün diye başa eğik yerleştirilmiş bir şapkanın siperliği gibi. Yörüngesi o kadar düzensizdir ki, Güneş'in etrafında yapayalnız dolanırken her dolanımda bize Neptün'den daha fazla yaklaşır. 80'li ve 90'lı yıllar boyunca güneş sisteminin en uzak gezegeni aslında Neptün oldu. Kısa süre önce, 11 Şubat 1999'da, Plüton dış kulvarına geri döndü ve 228 yıl orada kalacak.

Yani eğer Plüton gerçekten gezegense, hiç şüphesiz tuhaf bir gezegendir. Çok ufaktır: Yerküre'nin yüzde 1'inin yalnızca dörtte biri kadar. Yani onu Amerika Birleşik Devletleri'nin üzerine koyacak olsanız, Alaska ve Hawaii dışında kalan kırk sekiz eyaletin yansını tam olarak kaplamayacaktır. Bu bile onu son derece kuraldışı kılar. Demek oluyor ki gezegen sistemimiz güneşe yakın seyreden, kayaç[3] oluşumlu dört gezegenden, daha uzak seyreden dört gazlı devden ve minicik, yapayalnız bir buz topundan oluşuyor. Üstelik, yakında uzayın aynı bölgesinde daha da büyük buz küreleri bulmaya başlayabileceğimizi düşünmek için her türlü sebep mevcut. işte o zaman işimiz zor olacak. Plüton'un uydusu Christy tarafından tespit edildikten sonra, astronomlar kozmosun bu bölgesine daha dikkatli bakmaya başladılar ve Aralık 2002 itibariyle altı yüzü aşkın sayıda, alternatif adlarıyla Neptün-ötesi Cisim veya Plütino buldular. Bunlardan Varuna diye adlandırılan bir tanesi, neredeyse Plüton'un uydusu kadar büyük. Astronomlar şimdi, bu cisimlerden daha milyarlarca olabileceğini düşünüyorlar. Zorluk, pek çoğunun fena halde karanlık olmasında. Tipik olarak, albedo'lan (yansıtıcılık dereceleri) yalnızca yüzde dört: bir parça mangal kömürününkiyle hemen hemen aynı. Üstelik bu kömür parçalan en az altı milyar kilometre ötede.

Peki bu mesafe tam olarak ne kadardır? Neredeyse akıl almaz bir uzaklıktır. Gördüğünüz gibi, uzay kelimenin tam manasıyla muazzamdır. Hem bilgilenmek hem de eğlenmek için, gelin bir roket gemisiyle yolculuğa çıkmak üzere olduğumuzu farz edelim. Çok uzağa gidecek değiliz: Yalnızca kendi güneş sistemimizin kıyısına kadar seyahat edeceğiz. Ama uzayın ne

büyük bir yer olduğunu ve bizim uzayın ne küçük bir parçasını işgal ettiğimizi anlamamız gerekiyor.

Korkarım kötü bir haberim var: Akşam yemeğine yetişemeyeceğiz. Işık hızıyla (saniyede 300.000 kilometre hızla) yol alsak bile, Plüton'a varmak yedi saatimizi alır. Ama tabii ki biz böyle bir hızla seyahat edemeyiz. Bir uzaygemisinin hızıyla gitmek zorundayız ve uzaygemileri de oldukça ağırkanlıdır. insan yapımı herhangi bir cismin şimdiye dek ulaşabildiği en yüksek hızlar, *Voyager* 1 ve 2 adlı uzay araçlarının hızlarıdır, ki onlar da şu anda saatte yaklaşık 56.000 kilometre hızla bizden uzaklaşmaktalar.

Voyager uzay araçlarının uzaya fırlatılma tarihleri (Ağustos ve Eylül 1977) gelişigüzel seçilmemiştir. Tarih seçiminde etkili olan faktör, Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün gezegenlerinin dizilişleriydi. Yalnızca 175 yılda bir meydana gelen bu diziliş, iki *Voyager'ın* "kütleçekimi desteği" diye adlandırılan bir teknikten yararlanmasını mümkün kıldı. Böylece araçlar kozmik bir tür savruluşla bir gazlı devden öbürüne art arda uçuruldu. Bu tekniğin yardımına rağmen, Uranüs'e ulaşmaları dokuz sene, Plüton'un yörüngesini geçmeleriyse on iki yıl aldı. Neyse ki, Ocak 2006'ya (NASA'nın *New Horizons* adlı uzay aracının Plüton'a gitmek üzere dünyadan ayrılması planlanan tarihe) kadar beklersek, elverişli Jüpiter konumlanmasından ve birtakım teknolojik gelişmelerden faydalanarak yalnızca on yıl gibi bir süre içinde oraya varabiliriz. Gerçi dünyaya geri dönmemiz korkarım çok daha uzun sürecek. Yani her halükarda hayli uzun bir seyahat olacak bu.

Şimdi muhtemelen fark edeceğiniz ilk şey, "uzay boşluğu"nun kendisine çok yakışan bir ad taşıdığı ve oldukça yıldırıcı biçimde boş ve hareketsiz olduğudur. Güneş sistemimiz trilyonlarca mil boyunca rastlanabilecek belki de en hareketli şeydir, ama içindeki her görülebilir cisim (Güneş, gezegenler ve uyduları, asteroit kuşağında savrulan bir milyar kadar taş, kuyrukluyıldızlar ve sürükleneduran diğer muhtelif döküntüler) sisteme ait alanın trilyonda birinden azını doldurur. Güneş sisteminin görmüş olduğunuz hiçbir haritasının gerçek oranları yansıtmadığını da çabucak fark edersiniz. Dershane duvarlarına asılan tablolardan çoğu, gezegenleri yakın aralıklarla birbiri ardına dizilmiş gibi gösterir: Hatta güneşe uzak dev gezegenler, çoğu illüstrasyonda birbirlerine gölge bile

düşürür. Ama hepsini aynı kâğıt parçasına sığdırmak için böyle bir hileye başvurmak kaçınılmazdır. Neptün gerçekte Jüpiter'in azıcık ötesinde değil, *bir hayli* ötesindedir: Jüpiter'le Neptün arasındaki uzaklık, Jüpiter'in bize olan uzaklığının beş mislidir. Neptün o kadar uzaktır ki, Jüpiter'in aldığı güneş ışığının yalnızca yüzde 3'ünü alır.

Bunlar öyle büyük mesafelerdir ki, güneş sistemini belli bir ölçekte küçülterek çizmek aslında olanaksızdır. Bir sürü defter sayfasını birbirine ekleseniz ya da devasa bir poster kâğıdı kullansanız bile, sistemin gerçek oranlarına yaklaşamazsınız. Güneş sisteminin küçültülmüş bir şemasını çizmeye kalktığınız takdirde, Yerküre'nin çapını bir bezelye tanesinin çapına indirseniz dahi Jüpiter'in Yerküre'ye uzaklığı 300 metre olacak, Plüton'sa iki buçuk kilometre ötede kalacaktır (büyüklüğü de bakteri boyutuna ineceği için onu göremezsiniz zaten). Aynı ölçekte, bize en yakın yıldız olan Proxima Centauri 16.000 kilometre mesafededir. Jüpiter'i bu cümlenin sonundaki nokta kadar ve Plüton'u da bir molekül kadar küçülttüğünüz takdirde, Plüton hâlâ en az 10 metre uzağımıza düşer.

Demek ki güneş sistemi gerçekten muazzam büyüklüktedir. Plüton'a ulaştığımız zaman Güneş'ten o kadar uzaklaşmış oluruz ki, sıcak, bronzlaştıran, hayat veren, sevgili Güneş'imiz bir topluiğne başı kadar küçülür. Parlak bir yıldızdan farkı kalmaz. Böylesine ıssız bir boşlukta, en dikkate değer cisimlerin bile (Plüton'un uydusunun mesela) nasıl olup da dikkatten kaçmış olduğunu anlamaya başlayabilirsiniz. Bu bakımdan Plüton tek örnek değildir. *Voyager* keşif seferleri gerçekleşene dek, Neptün'ün iki uydusu olduğu düşünülüyordu; *Voyager* altı uydu daha buldu. Ben çocukken, güneş sisteminde otuz uydu olduğuna inanılırdı. Şimdi bu sayı "en az doksan" a çıktı, ki bunların da yaklaşık üçte biri son on yıl içinde bulunmuştur.

Evren genelini düşünürken aklımızdan hiç çıkarmamız gereken nokta, aslında kendi güneş sistemimizi bile yeterince tanımadığımızdır.

Plüton'u hızla geçerken bir şey daha fark edeceksiniz: Plüton'u hızla geçmekte olduğumuzu. Gezi notlarınıza göz atacak olursanız, bunun güneş sistemimizin kıyısına ulaşmayı amaçlayan bir yolculuk olduğunu göreceksiniz. Ama korkarım henüz oraya varmadık. Dershane şemalarında Plüton son gökcismi gibi gözükebilir, ama sistem orada sona ermez. Hatta

orası kıyıya yakın bile sayılmaz. Kuyrukluyıldızların cirit attığı engin bir gökâlemi olan Oort bulutunun içinden geçene dek güneş sisteminin kıyısına varmış olmayacağız ve Oort bulutuna da, üzülerek söylüyorum, ancak on bin yıl sonra ulaşabileceğiz. Plüton, dershane haritalarının bilmişçe ima ettiği gibi güneş sisteminin dış kıyısını belirlemek şöyle dursun, yolun anca elli binde birini gösterir.

Elbette böyle bir yolculuk yapma ihtimalimiz yok. Ay'a yapılan 386.000 kilometrelik yolculuk bizim için hâlâ çok büyük bir girişimi temsil ediyor. ilk Başkan Bush tarafından bir gaflet anında gündeme getirilen insanlı Mars yolculuğu, böyle bir projenin 450 milyar dolara patlayacağı ve muhtemelen (yüksek-enerjili solar parçacıklara karşı kalkan oluşturulamayacağı ve bunlar DNA'yı parçalayacağı için) ekipteki herkesin ölümüyle sonuçlanacağı hesaplanınca, sessizce rafa kaldırıldı.

Şu anda bildiklerimize ve mantık yürüterek tahmin edebildiklerimize dayanarak, herhangi bir insanın kendi güneş sistemimizin kıyısına seyahat edebilmesine hiç ihtimal bulunmadığını, hatta bunun asla olamayacağını söyleyebiliriz. Orası aşırı uzaktır. Öyle ki, Oort bulutunu Hubble teleskopuyla dahi göremiyoruz, dolayısıyla onun gerçekten var olduğuna emin olamayız. Bu bulutun varlığı ihtimal dahilinde olmakla birlikte, tamamen varsayımsaldır.[4]

Oort bulutu hakkında tereddütsüz söylenebilecek tek şey, Plüton'un ötesinde bir yerde başladığı ve kozmosun derinliklerine doğru iki ışık yılı boyunca uzandığıdır. Güneş sistemindeki temel ölçü birimi, kısaca AU[5] olarak yazılan ve Güneş ile Yerküre arasındaki uzaklığı temsil eden Astronomik Birim'dir. Plüton bizden yaklaşık kırk AU, Oort bulutunun merkeziyse yaklaşık elli bin AU uzaklıktadır. Yani aşın uzaktır.

Ama yine de, diyelim ki Oort bulutuna ulaştık. Fark edebileceğiniz ilk şey, orasının ne denli huzurlu olduğudur. Orada her yere çok uzağız... Kendi Güneş'imizden o kadar uzaklaştık ki, Güneş gökyüzündeki en parlak yıldız olmaktan bile çıktı artık. Uzaklardaki o minicik ışık pırıltısının tüm bu kuyrukluyıldızları yörüngede tutmaya yetecek kuvvette kütleçekimine sahip olduğunu düşünmek hayret verici. Güneş'le kuyrukluyıldızlar arasındaki bağ çok da kuvvetli değil aslında: Saatte yalnızca yaklaşık 220 mil hızla hareket eden kuyrukluyıldızlar uzayda vakur bir edayla sürükleniyorlar.

Zaman zaman bu yalnız gezen kuyrukluyıldızların hafif bir kütleçekimsel tedirginlik, belki yanlarından geçen bir yıldız yüzünden normal yörüngelerinden saptıkları oluyor. Bazen uzay boşluğuna fırlayıp kayıplara karışıyorlar, ama bazen de Güneş'in etrafında uzun bir yörüngeye giriyorlar. Uzun-periyotlu diye nitelendirilen bu kuyrukluyıldızların her yıl üç dört tanesi iç güneş sisteminden geçiyor. Nadiren de olsa, bu başıboş ziyaretçilerin Yerküre gibi sert bir cisme çarptıkları oluyor. Zaten biz de onun için buradayız: Görmeye geldiğimiz kuyrukluyıldız, güneş sisteminin merkezine doğru düşmeye daha yeni başlamış. Düşmek için, başka yer yokmuş gibi, Io-wa 'nın Manson kasabasını seçmiş. Oraya ulaşması çok uzun vakit alacak: en az üç ya da dört milyon yıl. O yüzden şimdilik onu kendi haline bırakıp, ilerleyen bölümlerde geri döneceğiz.

İşte, güneş sistemimiz bundan ibaret. Peki ya daha ötede, güneş sisteminin dışında neler var? Eh, nasıl baktığınıza bağlı olarak, hem hiçbir şey yok, hem de çok şey var.

Kısa vadede, hiçbir şey yok. insan eliyle yaratılmış vakumların en mükemmeli bile yıldızlararası uzayın boşluğu kadar boş değildir. Ve güneş sisteminden sonra uzayda herhangi bir şeye rastlayana dek bu hiçlik alabildiğine devam eder. Alpha Centauri olarak bilinen üç-yıldızlık yıldız kümesine ait olan Proxima Centauri, kozmostaki en yakın komşumuzdur ve 4,3 ışık yılı mesafededir. Bu uzaklık galaktik bağlamda mini minnacık bir adım sayılır, ama yine de Ay'a gidiş mesafesinin yüz milyon mislidir. Ona uzaygemisiyle ulaşmak en az yirmi beş bin yıl alır ve bu yolculuğu yapsanız bile varacağınız yer engin bir boşluğun ortasında yapayalnız parıldayan bir yıldız kümesinden başkası olmayacaktır. Bundan sonraki en dişe dokunur komşumuz olan Sirius'a ulaşmak içinse 4,6 ışık yıllık bir yolculuk daha gerekir. Kozmosta yıldızdan yıldıza atlayarak gezmeyi denemek isterseniz, böyle birçok yolculuğu göze almak zorundasınız. Sırf kendi galaksimizin merkezine ulaşmak bile insanoğlunun varoluş tarihinden çok daha uzun vakit alır.

Tekrar ediyorum, uzay muazzam büyüklüktedir. Uzaydaki yıldızlar arasındaki ortalama uzaklık 30 milyon milyon kilometreden fazladır. Işık hızına yakın hızlarla hareket edilebilse bile, bunlar her uzay gezgininin gözünü korkutacak mesafelerdir. Uzaylı yaratıkların Wiltshire'daki tarlalara

geometrik izler bırakarak ya da Arizona'nın ıssız yollarında pikap kamyonetiyle yolculuk eden zavallı bir adamcağızın ödünü kopararak gırgır geçmek için milyarlarca mil katetmiş olmaları da elbette mümkün, ama pek olası görünmüyor.

Bununla birlikte, uzayda bizden başka "düşünen" varlıkların bulunduğu ihtimali de istatistiksel açıdan gayet yüksek. Samanyolu'nda kaç yıldız olduğunu kimse bilmez: Tahminler 100 milyar civarıyla belki 400 milyar arasında değişir. Üstelik Samanyolu 140 milyar küsur galaksiden yalnızca bir tanesidir, ki bu galaksilerden pek çoğu bizimkinden büyüktür. Bu astronomik rakamlar, 1960'larda Comell'den Frank Drake adında bir profesörü, bir dizi azalan olasılık üzerine kurulu ünlü denklemini geliştirmeye itti. Denklem, kozmostaki ileri yaşam olasılıklarını hesaplamak için tasarlanmıştı.

Drake'in denklemine göre, evrenin seçilmiş bir bölümündeki yıldızların sayısını, gezegen sistemlerine sahip olma ihtimali yüksek yıldızların sayısına bölersiniz; elde ettiğiniz sayıyı, yaşam barındırabileceği farz edilen gezegen sistemi sayısına bölersiniz; ve bu sayıyı da, yaşamın ortaya çıkması halinde belli bir zekâ boyutuna yükselebileceği gezegen sistemi sayısına bölersiniz; vesaire. Bu mantıkla yapılan her bölme işlemi, sayıyı muazzam ölçüde azaltır. Ama en ılımlı girdilerle dahi her zaman, sırf Samanyolu'ndaki ileri uygarlık sayısı bile milyonları bulur.

Ne ilginç ve heyecan verici bir düşünce. Bizler, milyonlarca ileri uygarlıktan sadece bir tanesi olabiliriz. Ne yazık ki, uzay muazzam büyüklükte olduğundan, bu uygarlıklardan herhangi ikisi arasındaki mesafenin en az iki yüz ışık yılı olduğu sanılmakta: ilk duyuşta algıladığımızdan çok daha büyük bir mesafedir bu. Demek oluyor ki, bu varlıklar bizim burada olduğumuzu biliyor olsalar ve farzımuhal bizi teleskoplarıyla görebilseler dahi, Yerküre'den iki yüz yıl önce ayrılmış olan ışığı seyretmekteler. Yani sizi ve beni görmüyorlar. Fransız Devrimi'ni,

Thomas Jefferson'ı ve ipek çoraplar giyip pudralı perukalar takan insanları, bir atomun ya da genin ne olduğunu bilmeyen ve elektriklerini kürk parçalarına amber çubuğu sürterek elde edip, bunu bir marifet sanan insanları izliyorlar. Onlardan gelecek her mesaj muhtemelen "Pek muhterem Lord'um," gibi bir hitapla başlayacak, atlarımızın güzelliği ve

balina yağımızın kalitesi için bizi tebrik edecektir. iki yüz ışık yılı, az buz değil, bizden çok ama çok öte bir mesafedir.

Dolayısıyla, gerçekte yalnız değilsek bile, pratikte yalnızız. Carl Sagan, evren genelindeki olası gezegen sayısını 1O milyar trilyon olarak hesaplamıştır. Akıl almaz bir sayıdır bu. Ama bu gezegenlerin gelişigüzel içine serpiştirildikleri uzayın büyüklüğü de aynı derecede akıl almazdır. “Eğer uzaya rasgele serpiştirildiysek,’’ diye yazar Sagan, “bir gezegenin üzerinde ya da yakınında bulunma olasılığınız bir milyar trilyon trilyonda birden azdır.” (Bu sayı $I0^{33}$’tür, yani otuz üç sıfırlı bir 1.) “Dünyalar çok kıymetlidir.”

Uluslararası Astronomi Birliği’nin Şubat 1999’da Plüton’un bir gezegen olduğuna resmen karar vermiş olması, belki de bu yüzden iyi haberdir. Evren büyük ve ıssız bir yerdir. Ne kadar çok komşumuz olursa o kadar iyidir.

3

RAHİP EVANS'IN EVRENİ

Sessiz ve neşeli bir adam olan Rahip Robert Evans, gökyüzünün bulutsuz olduğu, Ay’ın da çok parlak olmadığı zamanlarda, Avustralya’nın Mavi Dağlar’ında, Sidney’in yaklaşık seksen kilometre batısındaki evinin arka avlusuna kocaman bir teleskop yerleştirir ve olağanüstü bir şey yapar: Geçmişin derinliklerine bakıp, can çekişen yıldızlar keşfeder.

Geçmişe bakmak, işin elbette kolay tarafıdır. Geceleyin gökyüzüne bir göz atın: Gördüğünüz şey tarihtir, alabildiğine tarih... Yıldızlar şu anda oldukları gibi değil, ışıkları kendilerinden ayrıldığı zaman oldukları gibidir. Bildiğimiz kadarıyla, sadık yoldaşımız Kutupyıldızı, geçtiğimiz Ocak ayında ya da 1854’te ya da on dördüncü yüzyılın erken dönemlerinden itibaren herhangi bir tarihte sönmüş olabilir, ama ölüm haberi bize henüz ulaşmamıştır. Kesin olarak söyleyebileceğimiz tek şey, 680 yıl önce bugün hâlâ yanmakta olduğudur. Yıldızlar boyuna ölürler. Robert Evans’ın aynı şeyi denemiş başka insanlardan daha iyi yaptığı iş, bu göksel veda anlarını tespit etmektir.

Günümüzde Evans, yarı-emekli, sempatik bir kilise mensubu. Vekaletine gerek duyulduğunda kilisede çalışıyor ve on dokuzuncu yüzyılın

dini hareketler tarihini araştırıyor. Ama geceleri, göklerin mütevazı titanı olup çıkıveriyor. Süper-nova avlıyor.

Bizim Güneş'imizden çok daha büyük, dev bir yıldız söndüğü ve sonra da harikulade bir patlamayla yüz milyar güneşin enerjisini bir anda salıp, bir süre için kendi galaksisinin bütün yıldızlarından daha parlak yandığı zaman, bir süpernova meydana gelir. "Sanki bir trilyon hidrojen bombası aynı anda infilak etmiş gibi olur," der Evans. Yani bizden en çok beş yüz ışık yılı mesafede bir süpemova patlaması olsa hapı yuttuk demektir, Evans'a göre. "Böyle bir patlama işimizi bitirir," diye neşeyle vurgular. Ama evren engindir ve süpemovalar genellikle bize zarar vermeyecek kadar uzağımızda oluşur. Hatta, bunlardan çoğu Yerküre'ye öyle inanılmaz derecede uzaktır ki, ışıkları bize ancak belirsiz bir pırıltı halinde ulaşır. Yaklaşık bir ay süresince görülebilirler. Onları gökteki diğer yıldızlardan ayıran tek özellik, uzayın daha önce boş duran bir noktasını dolduruyor olmalarıdır. işte Rahip Evans'ın teleskopuyla bulduğu şeyler, geceleri yıldızlarla dolan gök kubbede zaman zaman beliren bu müstesna pırıltılardır.

Bunun nasıl bir zafer olduğunu anlamak için, standart bir yemek masasının siyah masa örtüsüyle kaplandığını ve masanın ortasına bir avuç tuz atıldığını farz edin. Saçılan tuz taneleri bir galaksi olarak düşünülebilir. Şimdi de bunun gibi bin beş yüz masa daha olduğunu varsayın: sözgelimi bir Wal-Mart otoparkını dolduracak ya da tek sıra halinde dizildiği zaman 3,2 kilometre uzunluğunda bir hat oluşturacak kadar. Her bir masanın üstünde de rasgele serpiştirilmiş tuz taneleri olsun. Şimdi herhangi bir galaksiye tek bir tuz tanesi daha ekleyip, Robert Evans'ın masalar arasında dolaşmasını bekleyin. Evans, sonradan eklediğiniz o taneyi bir bakışta tespit edecektir. O tuz tanesi, süpemovadır.

Evans'ınki öyle istisnai bir yetenektir ki, Oliver Sacks, *An Anthropologist on Mars* (Mars'ta Bir Antropolog) adlı kitabının otistik âlimlere ilişkin bölümünde ona geniş yer ayırır ve hemen ekler: "Onun otistik olabileceğine ihtimal veren olmamıştır." Sacks'le hiç tanışmamış olan Evans, otistik olabileceği ihtimaline de, âlim olabileceği ihtimaline de gülüp geçiyor, ama yeteneğinin nereden geldiğini açıklamaktan âciz.

Onu ve eşi Elaine'i, Sidney'in nihayet bitip, sınırsız Avustralya çalılıklarının başladığı yerde, Hazelbrook köyünün sessiz sakin bir kıyısına kurulu şirin bungalovlarında ziyaret ettiğim zaman, son derece mahcup bir ifadeyle, "Galiba yıldız alanlarını ezberlemeye doğuştan kabiliyetliyim," dedi bana. "Başka konularda öyle ahım şahım yeteneklerim yoktur aslında," diye de ekledi. "Mesela isimleri iyi hatırlayamam."

"Ya da eşyalarını nereye koyduğunu," diye seslendi Elaine, mutfaktan.

Evans yine dürüstçe başını sallayıp sırıttı, sonra da teleskopunu görmek isteyip istemediğimi sordu. Evans'ın arka bahçesine tam bir gözlemevi kurduğunu hayal etmiştim: Wilson Dağı ya da Palomar Gözlemevi'nin küçük ölçekli, kayar tavanlı bir versiyonu; kullanması pek keyifli, mekanize bir koltuk belki. Gelgelelim, Evans beni bahçeye çıkarmadı. Mutfağın dışına, kitaplarıyla kâğıtlarını sakladığı sıkışık bir ardiyeye götürdü. Teleskopu da işte orada, kontrplaktan yapılmış uyduruk bir döner sehpa üstünde duruyordu. Evlerde kullanılan sıcak su depoları büyüklüğünde ve şeklinde, beyaz bir silindirden ibaretti. Evans gözlem yapmak istediği zaman iki kere gidip gelerek hepsini mutfağın dışındaki küçük avluya taşıyor. Çatının çıkıntısı ile aşağıdaki yokuşta büyüyen okaliptüs ağaçlarının tüylü üst dalları arasından, gökyüzünün ancak mektup kutusu genişliğinde bir kısmını görebiliyor, ama dediğine göre bu kadarı ona yeter de artarmış bile. Ve orada, gökyüzünün bulutsuz olduğu, Ay'ın da çok parlak olmadığı zamanlarda, süpemovalarını buluyor.

Süpernova terimi, 1930'larda, Fritz Zwicky adında, hatırlardan kolay kolay silinemeyecek kadar tuhaf davranışlar sergileyen bir astrofizikçi tarafından icat edildi. Bulgaristan'da doğup İsviçre'de büyümüş olan Zwicky, 1920'lerde California Teknoloji Enstitüsü'nde göreve başladı ve başlar başlamaz, rahatsız edici kişiliği ve istikrarsız yetenekleriyle sivrildi. Olağanüstü zekiymiş gibi bir hali yoktu ve meslektaşlarından pek çoğu onun "sinir bozucu bir soytarı" olduğunu düşünürdü. Formda kalmaya hastalık derecesinde meraklı olduğundan, California Teknoloji Enstitüsü'nün yemekhanesinde ya da diğer umumi alanlarda sık sık yere çöküp, erkeklik kuvvetine şüpheyle bakan herkese gününü göstermek için tek kolu üstünde şınav çekerdi. Agresifliğiyle ün salmıştı. Bu tavrı sonunda öyle yıldırıcı bir hal aldı ki, en yakın çalışma arkadaşı olan Walter Baade

adındaki kibar bir adam, onunla yalnız kalmayı reddetti. Zwicky'nin pek çok vukuatı arasında, bir Alman olan Baade'yi Nazilikle suçlaması da vardı, ki Baade Nazi filan değildi. Zwicky, Wilson Dağı Gözlemevi'nde çalışan Baade'yi, kendisini California Teknoloji Enstitüsü kampusunda görecek olursa öldüreceğini söyleyerek, en az bir defa tehdit etti.

Buna karşın Zwicky, son derece çarpıcı parlaklıkta fikirler geliştirebiliyordu. 1930'ların başlarında, dikkatini astronomların nicedir kafasını kurcalayan bir soruya yöneltti: açıklanamayan ışık noktalarının, yani yeni yıldızların, gökyüzünde zaman zaman belirişi. Nötron, İngiltere'de James Chadwick tarafından daha yeni keşfedilmişti ve bu yüzden o sıralar hayli gündemdeydi. Zwicky, pek ihtimal vermeden de olsa, şunu düşündü: Nötron denen bu atomaltı parçacık gökyüzünde beliren yeni yıldızların can damarı olabilir miydi? Bir yıldızın sönüp küçülerek atom çekirdeklerinde bulunan türden yoğunluklara ulaşması halinde, akıl almaz ölçüde sıkışmış bir çekirdeğin ortaya çıkacağı geldi aklına. Bu durumda atomlar birbirini ezer, elektronları da çekirdeğe doğru itilerek nötronları oluştururdu: Böylece bir nötron yıldızınız olurdu. Bir milyon güllenin ezilip sıkıştırılarak bir bilye boyutuna getirildiğini hayal edin... Hayır, daha yaklaşamadınız bile. Nötron yıldızının çekirdeği o kadar yoğundur ki, ondan alınan tek bir kaşık madde doksan milyar kilo çeker. Tek bir kaşık! Ama dahası vardı. Zwicky, böyle bir yıldızın sönüşünden sonra geriye muazzam miktarda enerji kalacağını anladı: evrendeki en büyük patlamaya sebep olacak kadar fazla enerji. Meydana gelen bu patlamalara süpernova adını verdi. Onlar kâinatın en büyük olayları olmalıydı, ki sahiden de öyleydiler.

15 Ocak 1934'te, *Physical Journal* dergisi, önceki ay Zwicky ile Baade tarafından Stanford Üniversitesi'nde yapılan açıklamanın çok kısa bir özetini yayınladı. Özet aşırı kısaydı: Yirmi dört satırdan oluşan bir paragraftan ibaretti. Ama yine de bu yeni bilim hakkında bol bol bilgi içeriyordu: Süpernovalardan ve nötron yıldızlarından tarihte ilk kez söz ediyor, oluşum yöntemlerini ikna edici biçimde açıklıyor, patlayıcılık ölçeklerini hatasızca hesaplıyor ve kendi adına fikir beyan ederek, süpernova patlamalarının kozmik ışınlar denilen yeni ve gizemli bir fenomenle bağlantısını kuruyordu. Evrende sürüyle kozmik ışın bulunduğu anlaşılalı çok olmamıştı. Bu fikirler o zaman için son derece devrimci

düşüncelerdi. Nötron yıldızlarının varlığı ancak otuz dört sene sonra doğrulanacaktı. Kozmik ışınlar kavramıysa, akla yakın bulunmakla birlikte, henüz geçerlik kazanmamıştı. Dolayısıyla söz konusu özet, California Teknoloji Enstitüsü astrofizikçilerinden Kip S. Thorne'un sözleriyle, "fizik ve astronomi tarihinin en öngörülü dokümanlarından biridir."

İşin ilginç yanı, Zwicky bunlardan herhangi birinin meydana geliş sebebini hemen hiç anlamamıştı. Thorne'a göre, "fizik yasalarını, fikirlerinin doğruluğunu kanıtlayabilecek kadar iyi anlamıyordu." Zwicky'nin yeteneği, büyük fikirler üretmeye yönelikti. Matematiksel ayrıntıları başkalarına, çoğunlukla da Baade'ye bırakırdı.

Evrende galaksileri bir arada tutmaya takriben bile yetecek kadar görülebilir kütle bulunmadığını ve başka bir kütleçekiminin (şimdi "kara madde" diye adlandırdığımız şeyin) etkili olması gerektiğini fark eden ilk kişi, yine Zwicky oldu. Göremediği nokta ise şuydu: Bir nötron yıldızı yeterince küçüldüğü takdirde o kadar yoğunlaşırdı ki, muazzam kütleçekiminden ışık bile kurtulamazdı. Böylece bir karadeliğiniz olurdu. Maalesef, Zwicky çoğu meslektaşı tarafından çok küçümsendiği için, fikirleri hemen hiç kimsenin ilgisini çekmedi. Beş sene sonra büyük nükleer fizikçi Robert Oppenheimer, kilometre taşı oluşturan bir raporunda ilgisini nötron yıldızlarına yönelttiği zaman, Zwicky'nin çalışmalarından herhangi birine tek bir atıfta bile bulunmadı. Halbuki Zwicky koridorun hemen sonundaki ofiste yıllardır aynı problem üzerinde çalışmaktaydı. Zwicky'nin kara maddeyle ilgili çalışmalarının sonuçları yaklaşık kırk yıl süresince ciddi anlamda hiç ilgi çekmeyecekti. Onun bu dönemde bol bol şınav çektiğini tahmin edebiliriz herhalde.

İlginçtir ki, başımızı kaldırıp göğe baktığımızda evrenin çok azını görebiliriz. Yeryüzünden çıplak gözle bakıldığında yalnızca 6.000 kadar yıldız seçilebilir ve tek bir noktadan ancak 2.000 tanesi görülebilir. Dürbünle bakıldığında, tek bir konumdan görülebilen yıldız sayısı yaklaşık 50.000'e çıkar ve küçük, 2-inçlik bir teleskopla bu sayı 300.000'e fırlar. Evans'ın kullandığı türden, 16-inçlik bir teleskopla, yalnızca yıldızları değil, galaksileri de görebilmeye başlarsınız. Evans arka avlusundan, her biri on milyarlarca yıldız içeren 50.000 ila 100.000 galaksi görebildiğini düşünüyor. Bunlar elbette saygıdeğer sayılardır, ama bu kadar geniş bir

gözlem kapasitesiyle bile süpemovalara aşırı derecede ender rastlanır. Bir yıldız milyarlarca yıl yanabilir, ama yalnızca bir defa ve çabucak söner. Üstelik, sönen yıldızlardan yalnızca birkaçı patlar. Çoğu yıldız, şafak vakti sönüveren bir kamp ateşi gibi sessiz sedasız ölür. Yüz milyar yıldızdan oluşan tipik bir galakside, ortalama olarak her iki ya da üç yüzyılda bir süpemova oluşur. işte bu yüzden, bir süpemova bulmaya çalışmanın, Empire State Binası'nın gözlem terasında teleskopla dikilip, sözgelimi yirmi birinci yaş gününde pastasındaki mumlan yakan birini yakalamak umuduyla Manhattan'daki bütün pencereleri gözetlemeye benzediği söylenebilir.

Dolayısıyla, bu umutlu ve tatlı dilli rahip astronomi camiasıyla temasa geçip, ellerinde yıldız alanlarının süpemova avında kullanılmaya elverişli haritaları olup olmadığını sorduğu zaman, herkes onun keçileri kaçırdığını düşündü. O sıralar Evans'ın 10-inçlik bir teleskopu vardı: Amatör yıldız gözlemcileri için hatırı sayılır büyüklükte olmakla birlikte, kozmolojiyle ciddi anlamda uğraşanların pek işine yaramayacak türden bir teleskoptu bu. Ama Evans onunla evrenin ender rastlanan fenomenlerinden birini bulacağını ileri sürüyordu. Evans 1980 yılında gökleri gözlemeye başlamadan evvel, astronomi tarihinin tamamı boyunca altmıştan az sayıda süpemova bulunmuştu. (Kendisini ziyaret ettiğim sırada, yani 2001 yılının Ağustos ayında, Evans otuz dördüncü görsel keşfini daha yeni belgelemişti. Üç ay sonra bunu otuz beşincisi izledi ve 2003 yılı başlarında da otuz altıncısını kaydetti.)

Gelgelelim, Evans'ın bazı avantajları vardı. Çoğu gözlemci, genelde çoğu insan gibi, kuzey yankürede yaşar. Dolayısıyla Evans, dünyadaki konumu itibariyle gökyüzünde yalnızca kendisine ait bir gözlem alanına sahipti, özellikle de başlangıçta. Aynca hızlı çalışabiliyordu ve olağanüstü bir hafızası vardı. Büyük teleskoplarla çalışmak külfetli bir iştir ve bu aygıtlarla çalışanlar zamanlarının çoğunu teleskoplarını istedikleri konuma yöneltmek için harcarlar. Oysa Evans küçük 16-inçlik teleskopunu hava savaşlarında uçakların kuyruklarına yerleştirilen makineli tüfekler gibi kendi ekseni etrafında döndürebiliyor ve böylece gökyüzünün herhangi bir noktasında birkaç saniyeden fazla oyalanmıyordu. Sonuç olarak, büyük bir profesyonel teleskop bir gece içinde en iyi olasılıkla elli ya da altmış

galaksiyi gözlemleyebilirken, Evans belki dört yüz galaksiyi gözlemleyebiliyordu.

Süpemova avı çoğunlukla hüsranla biten bir arayıştır. 1980'den 1996'ya kadar Evans yılda ortalama iki keşifte bulundu: Yüzlerce gecesini gökleri dikizleyerek geçirdiği düşünülürse, çok büyük bir hasılat sayılmazdı bu. Bir defasında on beş gün içinde üç süpemova yakaladı, ama üç yıl boyunca tek bir tanesine rastlayamadığı da oldu.

"Aslında hiçbir şey bulamamanın da belli bir değeri var," diyordu. "Bu durum, galaksilerin evrimleşme hızının saptanmasında kozmologlara yardımcı olur. Delil yokluğunun delil sayıldığı ender alanlardan biridir bu."

Teleskopun yanında duran masada yığınla fotoğraf ve kâğıt vardı. Evans şimdi de, bu çalışma dokümanlarından bazılarını gösteriyordu bana. Popüler astronomik yayınlara göz attığınız olduysa, ki bir ara mutlaka olmuştur, bunların genellikle uzak bulutsuların gayet net ve renkli fotoğraflarıyla dolu olduğunu bilirsiniz: son derece güzel ve dokunaklı bir görkemle parlayan, oldukça aydınlık göksel ışık bulutları. Evans'ın üzerinde çalıştığı görüntülerinse o resimlerle hiç alakası yoktur. Onunkiler, haleli bir parlaklığa sahip küçük noktalarla bezeli, flu ve siyah-beyaz fotoğraflardan ibarettir. Bana gösterdiklerinden birinde, bir tanesi fersizce ışıldayan bir sürü yıldız vardı. O kadar bulanıktı ki seçebilmek için fotoğrafı gözlerime iyice yaklaştırmak zorunda kaldım. Bu, Evans'ın dediğine göre, astronomide NGC1365 olarak bilinen galaksinin Fornax adlı takımyıldızına ait bir yıldızmış. [NGC* bu bilgilerin kaydedildiği Yeni Genel Katalog'u temsil ediyor. NGC bir zamanlar Dublin'deki bir masada bekleyeduran ağır bir kitaptı; bugünse, tahmin edebileceğiniz gibi, bir veritabanı.] Altmış milyon sessiz yıl boyunca, bu yıldızın harikulade ölümünden gelen ışık uzayda durmaksızın yol aldı, ta ki 2001 yılının Ağustos ayında bir gece, kısacık bir ışınım demeti halinde Yerküre'ye ulaşıp, mini minnacık parıltısıyla karanlık gökyüzünde belirene dek. Onu tespit eden kişi, okaliptüs kokulu dağ yamacında teleskopuyla bekleyen Robert Evans'tı elbette.

"Bunu çok tatmin edici buluyorum," dedi Evans, "düşünsenize, ışık uzayda milyonlarca yıl yol alıyor ve*tam* da Yerküre'ye ulaştığı sırada biri doğru anda gökyüzünün doğru noktasına bakıp, onu görüyor. Böylesine

müthiş bir olaya birinin mutlaka tanıklık etmesi gerek, diye düşünüyor insan.”

Süpernovalar insanda hayret uyandırmaktan başka işlere de yarar. Süpernovaların, biri Evans tarafından keşfedilen birkaç oluşum tipi vardır. Bunlardan özellikle Tip la süpernova olarak tanınan bir tanesi astronomi için önemlidir, çünkü bu süpernovalar her zaman aynı şekilde, aynı kritik yoğunlukla patladığından, “standart mumlar” olarak kullanılabilir. Standart mumlar, diğer yıldızların parlaklığını, dolayısıyla göreli uzaklığını ve dolayısıyla evrenin genişleme hızını ölçmeye yarayan kıstaslardır.

1987’de California’daki Lawrence Berkeley Laboratuvarı’ndan Saul Perlmutter, görsel seyirlerin temin edebileceğinden fazla sayıda la süpernovaya ihtiyaç duyunca, onları aramanın sistematik bir yöntemini bulmak için kolları sıvadı. Perlmutter, gelişmiş bilgisayarlar ve CCD[6] teknolojisiyle çalışan çok iyi dijital kameralar kullanarak, harika bir sistem icat etti. Bu sistem süpernova avını otomatikleştirdi. Teleskoplar artık binlerce resim çekebiliyor. Süpernova patlamalarının sırrını gammazca açığa vuran parlak noktaları saptama işi de bilgisayarlara kalıyor. Beş sene içinde, bu yeni teknoloji sayesinde Perlmutter ve Berkeley’deki meslektaşları kırk iki süpernova buldular. Günümüzde amatörler bile CCD’lerle süpernova yakalıyor. “CCD’ler sayesinde bir teleskopu gökyüzüne doğrultabilir ve kendiniz gidip televizyon seyredebilirsiniz,” diyor Evans, bu duruma biraz canı sıkılırmış gibi. “işin bütün romantizmi kaçtı.”

Bu yeni teknolojiye hiç imrenip imrenmediğini sordum ona. “Katiyen,” dedi, “ben kendi yöntemimi çok seviyorum. Ayrıca...” Başıyla son süpernovasının fotoğrafını işaret ederek gülümsedi. “Bazen hâlâ onları sollayabiliyorum.”

Doğal olarak akla gelen soru şudur: “Yakınımızda bir yıldız patlayacak olsa neler olur?” En yakın yıldız komşumuz, daha önce de değindiğim gibi, 4,3 ışık yılı mesafedeki Alpha Centauri’dir. Orada bir patlama olması halinde bu muhteşem olayın dev bir konserve kutusundan boşalırcasına gökyüzüne yayılan ışığını seyrederek geçirecek 4,3 senemiz olacağını ben de düşündüm. Dünyamıza doğru ilerleyen kaçınılmaz bir kıyameti, sonunda ulaştığı zaman derimizi kemiklerimizden bir çırpıda sıyıracağım bile bile

seyrederek geçireceğimiz dört yıl dört ay vaktimiz kalsaydı bu nasıl bir şey olurdu? insanlar hâlâ işlerine gider miydi? Çiftçiler tarlalarını ekip biçer miydi? Mahsulü dükkânlara dağıtacak biri bulunur muydu?

Haftalar sonra, yaşadığım yer olan New Hampshire'a döndüğüm zaman, bu soruları Dartmouth College'ın astronomlarından John Thorstensen'a yönelttim. "Yok canım," dedi gülerek. "Böyle bir olayın haberi ışık hızıyla yayılır, ama yıkıcılığı da öyle. Dolayısıyla patlamanın haberini duyduğun anla patlama yüzünden öldüğün an bir olur. Ama tasalanma, çünkü böyle bir şey olmayacak."

Bir süpernova patlamasının seni öldürebilmesi için, diye açıkladı, ona "komik derecede yakın" olman gerekir: belki on ışık yılı içinde bir yerde. "Tehlike çeşitli ışınımlardan gelir: kozmik ışınlar, vesaire." Bunlar muhteşem aurora'lar[7] yaratır, uğursuz yanardöner ışık perdeleri gökyüzünün her yanını kaplar. Bu durum pek hayra alamet değildir. Böyle bir gösteri bulutu yaratmaya gücü yeten her şey manyetosferi de pekâlâ uçurabilir. Manyetosfer, Yerküre'nin çok yukarılarında bulunan ve normalde bizi ültraviyole (morötesi) ışınlarından ve diğer kozmik saldırılardan koruyan manyetik kuşaktır. Manyetosferimiz kalmazsa, güneşe çıkma talihsizliğine uğrayan her insan, nasıl desem, fazla pişmiş pizzaya döner.

Galaksinin bizim bulunduğumuz köşesinde böyle bir olayın meydana gelmeyeceğine neden gönül rahatlığıyla inanabileceğimize gelince... Thorstensen'ın dediklerine bakılırsa, bir süpemovanın oluşması için öncelikle belli bir yıldız türünün varlığı gerekir. Süpemovalığa aday olan yıldız, kendi Güneş'imizin on ila yirmi katı yoğunlukta olmalıdır. Ama bizim "bunun için gereken yakınlık ve boyutta hiçbir komşumuz yoktur. Evrenin büyüklüğüne ne kadar şükretsek azdır." En yakınımızdaki süpemova adayının Betelgeuse olduğunu da ekliyor Thorstensen. Bu yıldızdaki muhtelif püskürmeler, onun ilginç bir değişimden geçmekte olduğunu yıllardır akla getirmiş. Neyse ki Betelgeuse bizden elli bin ışık yılı uzakta.

Süpemovalar, kayıtlı tarih boyunca yalnızca altı defa, çıplak gözle görülebilecek kadar yakınımızda oluşmuştur. Bunlardan biri, 1054'te Yengeç Bulutsusu'nu yaratan patlamaydı. Bir diğeri, 1604'te, üç haftayı

aşkın bir süre gece gündüz görülebilecek parlaklıkta bir yıldız oluşturdu. En son 1987'de, kozmosun Büyük Macellan Bulutu diye bilinen bölgesinde bir süpemova parladı, ama yalnızca güney yarıküreden ve belli belirsiz görülebildi. Ve bizi rahatsız edemeyecek kadar uzak bir yerdeydi: 169.000 ışık yılı ötede.

Süpernovalar, şüphesiz hayati anlam taşıyan bir diğer açıdan da bizim için önemlidir: Onlar olmasaydı, biz de olmazdık. Hatırlarsanız, ilk bölümün sonunda kozmolojik bir muammaya değinmiştik: Büyük Patlama'nın bir sürü hafif gaz yarattığı halde hiç ağır element yaratmadığına. Onlar belli ki sonradan geldiler, ama çok uzunca bir müddet, *nasıl* olup da sonradan geldiklerini kimse çözemedi. Sorun şuydu: Organik varlığımızın vazgeçilmezleri olan karbonun, demirin ve diğer elementlerin oluşması için muazzam sıcaklıkta bir şeye ihtiyaç vardı: en sıcak yıldızların merkezinden bile sıcak bir şeye. Süpernovalar işte bu soruna açıklama getirdi ve muammayı çözen kişi, acayiplik açısından Fritz Zwicky'den pek de geri kalmayan Ingiliz bir kozmolog oldu.

Bu adam, Fred Hoyle adında bir Yorkshire'lıydı. 2001 yılında ölen Hoyle, *Nature*'da yayınlanan vefat duyurusunda bir "kozmolog ve ihtilafçı" olarak tanımlandı ve kuşkusuz her iki sıfat da ona pek yaraşıyordu.*Nature'ın* duyurusuna göre Hoyle "neredeyse ömrü boyunca ihtilaf yaratmış" ve "ipe sapa gelmez iddiaların altına imzasını atmıştı." Mesela, Doğa Tarihi Müzesi koleksiyonunun paha biçilmez bir parçası olan *Archaeopteryx* fosilinin, "Piltdown İnsanı"[8] aldatmacasından geri kalır yanı olmayan bir taklit olduğunu iddia etti, üstelik elinde hiç delil yokken. Bu iddia, müzenin paleontologlarını (fosilbilimcilerini) çok sinirlendirdi, zira dünyanın dört bir yanından yağan telefonlara günlerce yanıt vermek zorunda kaldılar. Hoyle ayrıca, Yerküre'ye uzaydan yalnızca yaşam tohumlarının değil, grip ve hıyarcıklı veba gibi pek çok hastalık tohumunun da atıldığına inanıyordu. Hatta, insanların kozmik patojenlerin[9] sistemlerine girmesini önlemek için alt kısımları delikli burun çıkıntıları geliştirdiklerini bile öne sürdü.

1952'de bir radyo yayınında "Büyük Patlama" terimini dalga geçercesine icat eden de kendisiydi. insanlığın fizik anlayışında, bir noktaya toplanmış her şeyin neden ansızın ve çarpıcı biçimde genişlemeye

başlayacağına açıklama getirecek bir şeyin bulunmadığına dikkat çekmişti. Hoyle, evrenin durmaksızın genişlemekte olduğunu ve genişledikçe yeni maddeler yaratmaya devam ettiğini varsayan bir durağan-hal kuramını yeğliyordu. Hoyle yıldızların içe patlamaları halinde muazzam miktarlarda ısı salacaklarını da anladı. Bu ısı 100 milyon derece ya da daha yüksek olurdu: nükleosentez diye bilinen bir süreçle, daha ağır elementlerin üretimini başlatmaya yetecek kadar. Hoyle 1957'de, başkalarıyla birlikte çalışarak, daha ağır elementlerin süpemova patlamalarında nasıl oluştuğunu gösterdi. Bu çalışmadan ötürü, işbirlikçilerinden biri olan W. A. Fowler Nobel Ödülü kazandı. Hoyle ise, ne ayıptır ki, ödüle layık bulunmadı.

Hoyle'ın kuramına göre, patlayan bir yıldız yeni elementleri yaratmaya yetecek miktarda ısı üretir ve yarattığı elementleri kozmosa püskürtür. Uzaya saçılan elementler, sonunda yeni güneş sistemlerine karışabilecek gaz bulutları, bilimsel adıyla yıldızlararası ortam oluşturur. Yeni kuramlar, bulunduğumuz noktaya nasıl geldiğimize dair akla yakın senaryoların tasarlanmasını mümkün kılmıştır. Şu anda bildiğimizi düşündüğümüz şey şudur:

Yaklaşık 4,6 milyar yıl önce, şimdi bulunduğumuz yerde, belki 24 milyar kilometre genişliğinde büyük bir gaz ve toz girdabı birikip, kümelenmeye başladı. Bunların hemen hepsi, yani güneş sisteminin kütlesinin yüzde 99,9'u, Güneş'i oluşturmaya koyuldu. Geriye kalan ve başıboş yüzen maddeler arasından iki mikroskobik zerre, elektrostatik güçler tarafından birleştirilecek yakınlıkta yüzmekteydi. Gezegenimize gebe kalınan an, işte buydu. Oluşumu daha yeni başlayan güneş sisteminin her yerinde aynı şey olmaktaydı. Çarpışan toz zerreleri giderek büyüyen kütleler oluşturuyordu. Nihayet bu kütleler*gezegencik* diye adlandırılabilecek büyüklüklere ulaştılar. Durmaksızın birbirlerine toslayıp çarpıştıkça, sonsuz ve rasgele değişimlerle kâh kırıldılar, kâh dağıldılar, kâh yeniden birleştiler. Ama her karşılaşmadan biri galip çıkıyordu ve bu galiplerden bazıları, etrafında dolaştıkları yörüngeye hükmedecek kadar büyüdü.

Her şey inanılmaz derecede çabuk oldu. Minicik bir zerre kümesinden birkaç yüz kilometre çapında bir gezegenciğe dönüşmenin yalnızca birkaç on bin yıl aldığı düşünülüyor. Sadece 200 milyon yıl, belki daha kısa bir

süre içinde, hâlâ eriyik halde ve hâlâ etrafta yüzen molozların daimi bombardımanı altında olmakla birlikte, Yerküre esasen oluşmuş vaziyetteydi.

Bu noktada, yaklaşık 4,5 milyar yıl önce, Mars büyüklüğünde bir nesne Yerküre'ye çarptı ve ondan, yoldaş bir kürenin (Ay'ın) oluşmasını sağlayacak miktarda madde kopardı. Tahminlere göre birkaç hafta içinde, dünyadan kopan maddeler tekrar bir araya gelip yekpare bir kütle oluşturdu ve bir sene içinde, bize hâlâ yoldaşlık eden o küresel taş parçasına dönüştü. Ay'ı oluşturan maddenin büyük kısmının Yerküre'nin çekirdeğinden değil, kabuğundan koptuğu düşünülüyor: Demirin bizde çok fazla, Ay'da çok az olmasının sebebi de işte bu. Her nedense, bu kuram hemen her zaman eski bir kurammış gibi sunulur. Halbuki ilk kez 1940'larda, Harvard'dan Reginald Daly tarafından öne sürülmüştü. Bu konudaki en yeni gelişme, insanların kurama olan ilgisinde kaydedilmiştir.

Yerküre nihai büyüklüğünün yalnızca üçte birine ulaştığında, ekseriyetle karbondioksit, nitrojen, metan ve kükürt içeren bir atmosfer oluşturmaya muhtemelen başlamıştı. Bizim yaşamla pek bağdaştırmayacağımız türden bir malzemesi vardı, ama bu sağlığa zararlı karışımdan, yaşam doğdu. Karbondioksit, güçlü bir sera gazıdır. Bu iyi bir şeydi, çünkü Güneş o zamanlar şimdiki haliyle kıyaslanamayacak ölçüde etkisizdi. Bu sera etkisinden yararlanmış olmasaydık, Yerküre donabilir ve daima öyle kalabilirdi, dolayısıyla yaşam da asla filizlenemezdi. Ama her nasılsa, yaşam filizlenmeyi başardı.

Sonraki 500 milyon yıl boyunca genç dünyamız, kuyrukluyıldızların, meteorların ve diğer galaktik molozların aman vermeyen bombardımanına maruz kaldı. Bu bombardıman ona, okyanusları dolduracak suyu ve yaşamın başarıyla oluşması için gereken bileşenleri verdi. Fevkalade saldırgan bir ortamı vardı, ama yaşam yine de oluşmanın bir yolunu buldu. Minik bir kimyasal madde torbası kıpırdanıp canlandı. insanoğlu yoldaydı.

Dört milyar yıl sonra insanlar bütün bunların nasıl olduğunu merak etmeye başladılar. Sıradaki hikâyemiz bizi işte o zamanlara götürüyor.

1

Rakamların bilimsel yazımına ilişkin bir not. Çok büyük sayılan yazmak son derece zahmetli, okumaksa neredeyse imkansız olduğundan, bilim adanılan lO’un kuvvetlerini (ya da katlarını) belirtmek için bir steno kullanırlar. Örneğin 10.000.000.000, lo^{10} olarak, 6.500.000 ise, 6,5 X 10^{6} olarak yazılır. Prensip çok basittir ve lO’un katlarına dayanır: 10 X 1O (ya da 100) 10^{2} olur; 1O X 10 X 1O (ya da 1.000) 10^{3} olur ve bu son derece açık prensip sonsuza dek böyle devam eder. Küçük yazılan üst-im sayısı, büyük yazılan ana sayıyı izleyen sıfırların sayısını belirtir. Eksi işaretleri, esas itibariyle bir ayna görüntüsü yaratır, yani üst-im sayısı ondalık virgülünün sağındaki hanelerin sayısını gösterir (dolayısıyla 10-4, 0,0001 anlamına gelir). Bu prensibe saygı duymakla birlikte, ‘ 1,4 X 10^{9} km3' ifadesini gören birinin, bunun 1,4 milyar kilometreküp anlamına geldiğini derhal anlayabileceği konusunda hâlâ şüpheliyim ve yazılı bir dokümanda okuyucunun ilk ifadeyi değil ikincisini tercih edip etmeyeceği de benim için aynı şekilde merak konusu (özellikle de örneğin verildiği kitap genel bir okuyucu kitlesine hitap ediyorsa). Birçok okurun matematikten benim kadar az anladığını varsayarak, bu kitapta rakamların bilimsel yazımlarını ihtiyatla kullanacağım, gerçi bazen, hele hele kozmik konulara değinilen bir bölümde, onlardan kaçınmak olanaksızlaşır.

2

Gravitasyon ya da *kütlesel çekim kuvveti* olarak da bilinen *kütleçekimi,* evrendeki her cismin birbirine uyguladığı çekim kuvvetidir. Yerküre'nin diğer cisimlere uyguladığı kütleçekimi içinse genellikle*yerçekimi* terimi kullanılır. Ay'ın Yerküre çevresindeki, Yerküre'nin Güneş çevresindeki, Güneş'in Samanyolu'nun merkezi çevresindeki dönüşleri kütleçekimi kuvvetinin sonucudur. Newton'ın kütleçekimi kuramına göre, dünya üzerindeki en küçük cisim bile etrafındaki her şeyi kendi küçük kütleçekimsel alanıyla kendine doğru çeker. (Bkz. Newton'ın üç hareket yasası: s. 43) (ç.n.)

3

kayaç: jeolojide, gezegen kabuğunu oluşturan doğal mineral kütlesi. Doğada büyük yer tutan ve kabuğun temel yapı birimleri olan kayaçlar,

oluşlarında rol oynayan süreçlere bağlı olarak başlıca üç sınıfa aynlır: korkayaçlar, tortul kayaçlar, başkalaşım kayaçlan. (ç.n.)

4

Tam adı Öpik-Oort olan bu bulut, 1932'de varlığını öneren Estonyalı bilim adamı Ernst Öpik'in ve on sekiz yıl sonra hesaplamalardaki pürüzleri gideren Hollandalı astronom Jan Oort'un adlarını almıştır.

5

Astronomical Unit.

6

Charge-Coupled Device: Yükten Bağlaşımlı Aygıt. (ç.n.)

7

aurora: kutba yakın bölgelerde geceleri gökyüzünde sık sık beliren renkli ışıklar için ku1lanılan terim. Aurora'lar güneş rüzgârıyla gelen yüklü parçacıkların dünya atmosferine girip Yerküre'nin manyetik alanıyla etkileşimde bulunması sonucu oluşur. (ç.n.)

8

Piltdown insanı: İngiltere'deki Piltdown'da bulunan ve sahteliği anlaşılana kadar, soyu tükenmiş bir insan türüne ait olduğu sanılan fosiller. (ç.n.)

9

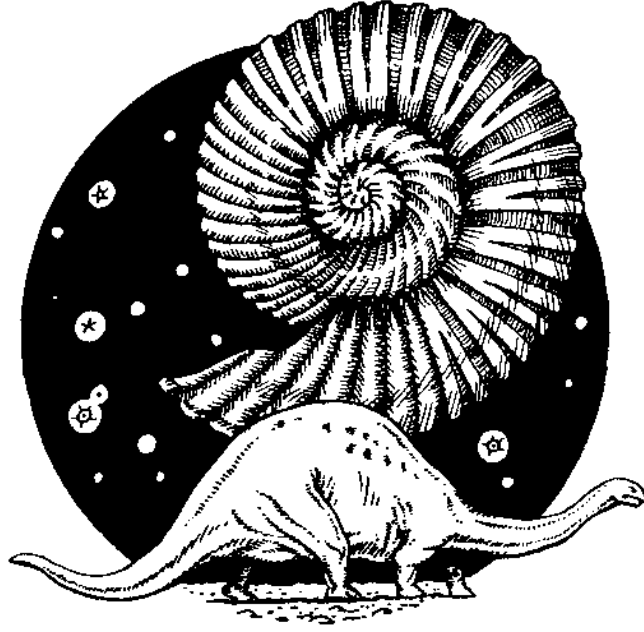
patojen: hastalığa sebep olan mikrop ya da virüs. (ç.n.)

1

yıldızımsı: *kuvazar* olarak da bilinen, uzaklıklan milyarlarca ışık yılı ile ölçülen ve olağanüstü parlaklıkları nedeniyle 1O milyar ışık yılından daha büyük mesafelerden gözlemlenebilen gökcisimlerinin ortak adı. (ç.n.)

II

YERKÜRE'NİN BÜYÜKLÜĞÜ



Doğa ve Doğa'nın kanunları, saklıydı gecenin karanlığında; Tanrı, Newton olsun!, dedi ve hepsi kavuştu aydınlığa.

Şair Alexander Pope'un Sir Isaac Newton için yazdığı Mezar Kitabesi

4

GÖKCİSİMLERİNİN ÖLÇÜMÜ

Eğer tüm zamanların en berbat bilimsel keşif gezisini seçmeniz gerekseydi, Fransız Kraliyet Bilimler Akademisi'nin 1735'teki Peru seferinden daha beterini bulamazdınız. Pierre Bouguer adında bir hidrolog ve Charles Marie de La Condamine adında bir asker-matematikçi önderliğindeki bu keşif heyeti, And Dağları arasındaki mesafeleri üçgenleme yöntemiyle ölçmek için Peru'ya giden bir grup bilim adamı ve maceraperestten oluşuyordu.

O sıralar herkes, Yerküre'nin yaşını, kütlesini, uzaydaki konumunu ve nasıl oluştuğunu anlama arzusuyla yanıp tutuşmaktaydı. Fransız grubun amacı, bir meridyen derecesinin uzunluğunu (ya da Yerküre'nin çevre uzunluğunun l/360'ını) Quito civarındaki Yarouqui'den şimdi Ekvador'a ait olan Cuenca'nın hemen ötesine kadar uzanan (yaklaşık 320 kilometrelik) hat boyunca ölçerek, Yerküre'nin çevresinin kaç kilometre olduğu sorusuna yanıt aramaktı.[1]

Daha en başından, akıl almaz aksilikler birbirini kovalamaya başladı. Quito'da ziyaretçiler bilinmeyen bir sebepten ötürü yerlilerin damarına bastılar ve kızgın bir kalabalık tarafından taşlanarak şehirdışına kovalandılar. Kısa süre sonra keşif heyetinin doktoru, kadın yüzünden çıkan bir kavgada yanlış anlaşılıp cinayete kurban gitti. Botanikçi kafayı oynattı. Ateşli hastalıklar ya da kazalar sonucu hayatını kaybedenler oldu. Grubun üçüncü en kıdemli üyesi olan Pierre Godin adındaki adam, on üç yaşında bir kızla kaçtı ve geri dönmeye ikna edilemedi.

Hatta bir keresinde, La Condamine izin belgeleriyle ilgili bir sorunu çözmek için Lima'ya gidince, gruptakiler çalışmalarına sekiz ay ara vermek zorunda kaldılar. Derken, La Condamine'le Bouguer birbirlerine küsüp, birlikte çalışmayı reddettiler. Giderek küçülen ekip, her gittiği yerde derin bir şüpheyle karşılandı, çünkü yetkililer bir grup Fransız bilim adamının Yerküre'nin çevresini ölçmek için dünyanın ta öbür ucundan kalkıp buralara gelmiş olduğuna inanmakta zorluk çekiyor, buna hiç anlam veremiyorlardı. iki buçuk yüzyıl sonra bile hâlâ mantıklı bir soru gibi görünür bu: Fransızlar

ölçümlerini neden Fransa'da yapmadılar? And Dağları'nda sıkıntılı ve eziyetli bir maceraya atılmayı neden göze aldılar?

Bu sorunun cevabını kısmen, on sekizinci yüzyılda yaşamış bilim adamlarının, özellikle de Fransızların, manasızca eziyetli bir alternatif varken işin kolayını nadiren seçtikleri gerçeğinde, kısmen de, ilk kez Ingiliz astronom Edmond Halley'nin seneler önce gündeme getirdiği mantıklı bir soruda aramak gerekir. Halley bu soruyu, Bouger ile La Condamine'in pek de geçerli bir sebepleri olmadığı halde Güney Amerika'ya gitmeyi düşlemelerinden çok daha önce ortaya atmıştı.

Halley, nev'i şahsına münhasır bir kişiydi. Uzun ve üretken kariyeri süresince, gemi kaptanı, kartograf, Oxford Üniversitesi'nde geometri profesörü, Kraliyet Darphanesi'nde kontrolör yardımcısı, kraliyet astronomu ve derin-deniz dalgıç-hücresinin mucidi oldu. Manyetizma, gelgitler, gezegenlerin hareketleri ve afyonun etkileri hakkında itibarlı yazılar yazdı. Meteoroloji haritasını ve ölüm oranı tablosunu hazırladı, Yerküre'nin yaşını ve Güneş'e olan uzaklığını hesaplama yöntemleri önerdi ve hatta, balıkları avlandıktan sonra dört mevsim taze tutmaya yarayan pratik bir metot bile geliştirdi. Yapmadığı tek şey, ilginçtir ki, kendi adını taşıyan kuyrukluyıldızı keşfetmek oldu. 1682'de gördüğü kuyrukluyıldızın 1456, 1531 ve 1607 yıllarında başkaları tarafından görülmüş olan kuyrukluyıldızla aynı olduğunu anladığıyla kaldı. Bu kuyrukluyıldız, l 758'e, yani Halley'nin ölümünden on altı yıl sonrasına kadar Halley kuyrukluyıldızı olarak anılmadı.

Bunca başarısı arasında, Halley'nin insanlığın bilgi dağarcığına olan en büyük katkısı, zamanın diğer iki saygın şahsiyetiyle mütevazı bir bilimsel bahis tutuşması oldu. Bu iki şahsiyet, Robert Hooke ve pek muhterem Sir Christopher Wren'di. Hooke günümüzde belki en çok, hücreyi tanımlayan ilk kişi olmasıyla hatırlanır. Wren'se aslında bir astronomdu, ama ikinci mesleği, şimdi pek hatırlanmamakla birlikte, mimarlıktı. 1683'te, Halley, Hooke ve Wren Londra'da birlikte yemek yedikleri sırada, gökcisimlerinin hareketlerinden söz açıldı. Gezegenlerin elips diye bilinen özel bir biçime sahip, ovalimsi yörüngeler izleme eğiliminde oldukları biliniyordu, ama bunun neden böyle olduğunu anlayan yoktu. (Elips, Richard Feynman'ın sözleriyle "çok spesifik ve kesin ölçülere sahip bir yuvarlaktır.) Wren büyük

bir cömertlikle ortaya atılıp, bu konuya kim çözüm getirirse ona kırk şilin değerinde (birkaç haftalık ücrete denk) bir ödül vermeyi önerdi.

Başkalarına ait fikirlerden kendine pay çıkarmasıyla da tanınan Hooke, sorunu çoktan çözmüş olduğunu iddia etti, ama diğerlerini cevabı kendi çabalarıyla bulma tatmininden mahrum bırakmak istemediği gibi ilginç ve yaratıcı bir gerekçenin arkasına sığınarak, çözümünü onlarla hemen paylaşmaya yanaşmadı. “Kıymetini diğerlerinin de anlayabilmesi için, cevabı bir süreliğine kendine saklamayı” yeğledi. Bu meseleye bir daha kafa yorduysa bile hiç belli etmedi. Öte yandan Halley, cevabı bulmak için kendini paralamaktaydı. Hatta ertesi sene Cambridge’e gidip, yardımını alabileceği umuduyla, üniversitenin Lucas Kürsüsü Matematik Profesörü Isaac Newton’a bile başvurdu.

Newton şüphesiz tuhaf bir adamdı. Cin gibi zekiydi elbette, ama aynı zamanda yalnız, neşesiz, paranoyak sayılabilecek kadar pimpirikli, dalgınlığıyla ünlü biriydi. (Bazı sabahlar uyandığı zaman, daha yataktan ayağını bile çıkaramadan, ansızın aklına üşüşen düşünceler yüzünden donakalıp saatlerce yerinden kalkmadığı söylenirdi.) Ayrıca akıl almaz işler yapardı. Cambridge’de kendi laboratuvarını kurmuş, ama sonrasında kendini birbirinden acayip deneylere vermişti. Bir keresinde, sırf ne olacağını merak ettiği için, deri dikmeye yarayan türden bir çuvaldızı “gözle kemik arasında kalan bölgeye, gözün arkasına mümkün olduğunca yanaştırarak” gözyuvasına sokmuş ve evire çevire gözünü kurcalamıştı. Mucize eseri hiçbir şey olmamıştı: Gözüne kalıcı bir hasar vermemişti en azından. Başka bir deneyinde, görüşü üzerinde nasıl bir etkisi olacağını anlamak için, dayanabildiğince Güneş’e bakmıştı. Gözlerinin onu affetmesi için birkaç gününü karanlık bir odada geçirmek zorunda kalmakla birlikte, kalıcı hasardan yine ucuz kurtulmuştu.

Bu tuhaf inançları ve acayip özellikleri bir yana, onda üstün bir dâhinin aklı vardı. Gerçi geleneksel konularla uğraşırken bile garip davranışlara eğilim gösterirdi. Daha öğrenciyken, geleneksel matematiğin kısıtlayıcılığından yılarak, bütünüyle yeni bir biçim olan diferansiyel ve integral hesabı bulmuş, ama yirmi yedi sene boyunca bundan kimseye bahsetmemişti. Keza, optik alanında ışığı anlayış biçimimizi değiştiren

çalışmalar yapıp spektroskopi biliminin temellerini atmış ve yine, otuz yıl boyunca sonuçları kimseyle paylaşmamayı seçmişti.

Üstün zekâsına rağmen, özel ilgi alanlarının yalnızca bir kısmını gerçek bilim dalları oluştururdu. Çalışma hayatının en az yarısını simyaya ve çeşitli dinsel uğraşlara ayırdı. Bu konulara basit birer hobi olarak değil, bütün içtenliğiyle kendini adayarak eğilirdi. Ariusçuluk denilen, tehlikeli derecede heretik (sapkın) bir mezhebin gizli yandaşıydı. Bu mezhebin başlıca esası, Kutsal Üçleme'nin (Teslis) var olmadığı inancıydı. [Newton'ın Cambridge'deki fakültesinin Trinity (Teslis) adını taşıması ilginç bir rastlantıdır.] Isa'nın ne zaman geri geleceğine ve kıyametin ne zaman kopacağına ilişkin matematiksel ipuçları yakalayacağına inanarak, Hz. Süleyman'ın Kudüs'teki kayıp tapınağının zemin planını bıkmadan usanmadan incelemiş ve bu süreç sırasında, orijinal metinleri daha iyi tarayabilmek için kendi kendine Ibranice öğrenmişti. Simyaya da aynı coşkuyla meraklıydı. 1936'da ekonomist John Maynard Keynes, Newton'ın notlarıyla dolu bir sandığı açık artırmayla satın aldığı zaman, bu notların optiğe ya da gezegenlerin hareketlerine yönelik karşı konulmaz bir merakı değil, adi metallerin kıymetli metallere çevrilmesine yönelik kararlı bir arayışı yansıttığını hayretle keşfetti. 1970'lerde Newton'ın bir saç teli üzerinde yapılan analiz, saç telinin doğal düzeyin kırk misli yoğunlukta cıva içerdiğini bulguladı. Cıva, simyacılar, şapkacılar ve termometre-imalatçıları hariç hemen hiç kimsenin ilgi alanına girmeyen bir elementtir. Onun sabahları yataktan kalkmayı hatırlamakta bile zorluk çekmesine belki de şaşmamalı.

Halley'nin Ağustos 1684'te randevu almadan Newton'ı ziyaret ederken ondan nasıl bir yardım beklemiş olabileceğini ancak tahmin edebiliriz. Ama Newton'ın dert ortaklarından biri olan Abraham DeMoivre'ın sonradan yaptığı açıklama sayesinde, bilimin en tarihi buluşmalarından biri belgelenmiş oldu:

1684'te Dr. Halley, Newton'ı Cambridge'de ziyaret etti [ve] birlikte biraz vakit geçirdikten sonra Doktor ona, Güneş'in çekim kuvvetinin Gezegen'in güneşe olan uzaklığının karesiyle ters orantılı olduğu varsayılırsa, gezegenlerin nasıl bir yörünge izleyeceklerini düşündüğünü sordu.

Bu soru, matematiğin “ters kare yasası” diye bilinen esasına atıfta bulunuyordu. Halley açıklamanın merkezinde bu yasanın yattığına inanıyordu, ama bunun nasıl olduğundan çok emin değildi.

Sir lsaac hemen cevap verdi: Yörünge [elips] şeklinde olurdu. Sevinçten ve şaşkınlıktan donakalan Doktor, ona bunu nasıl bildiğini sordu. “Nasıl olsun," dedi Sir, “hesaplamıştım." İşte o zaman Dr. Halley hiç vakit kaybetmeden, yaptığı hesabı istedi ondan. Sir kâğıtlarını karıştırdı, ama bulamadı.

inanılır gibi değil... Kanserin ilacını bulduğunu söyleyip formülü nereye koyduğunu hatırlayamamak gibi bir şey bu. Halley’nin baskısı karşısında, Newton hesapları yeniden yapıp bir bildiri haline getirmeyi kabul etti, ama sonra, daha fazlasını yaptı, iki sene inzivaya çekilip, yoğun bir düşünme ve yazma sürecine girdi. *Ve* nihayet, başyapıtını üretti: *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica,* yani *Doğa Felsefesinin Matematik tikeleri,* en bilinen adıyla *Principia.*

Arada bir, tarihin çok ender anlarında, bir insan aklının öyle ciddi *ve* beklenmedik bir gözlem ürettiği olur ki, insanlar hangisini daha çarpıcı bulacaklarına karar veremezler: gözlemlenen gerçeği mi, yoksa onu gözlemleyen aklı mı? *Principia* o ender anlardan biriydi. Newton’ı bir anda meşhıur etti. Artık hayatının sonuna dek alkış *ve* ödül tufanına tutulacak, Britanya’da bilimsel başarısından ötürü “Sir” unvanı verilen ilk kişi olacaktı. Diferansiyel *ve* integral hesabı ilk kimin bulduğu üstüne uzun *ve* şiddetli bir tartışmaya girdiği büyük Alman matematikçi Gottfried von Leibniz bile, onun matematiğe olan katkılarının daha önceki tüm katkıların toplamına eşit olduğu görüşündeydi. “Taımlar katına hiçbir ölümlü daha aazla yaklaşamaz,” diye yazdı Halley, hem çağdaşları, hem de o zamandan bu yana daha pek çok kişi tarafından tekrar tekrar hatırlatılan duygulu sözlerle.

Principia her ne kadar “tarih boyunca yazılmış en anlaşılmaz kitaplardan biri” olarak anılsa da, konuya hâkim kişiler için yol gösterici bir rehberdi. (Newton kendi tabiriyle “çat pat” matematik bilenleri başına musallat etmemek için, bile bile zor yazmıştı onu.) Gökcisimlerinin yörüngelerini matematiksel olarak açıklamakla kalmıyor, onları ilk harekete

geçiren çekim kuvvetini de teşhis ediyordu: kütleçekimi. Ansızın evrendeki her hareket anlam kazanmıştı.

Principia'nın özünde, Newton'ın üç hareket yasası yatıyordu. Bu yasalar, özetle, bir cismin itildiği istikamette hareket ettiğini, başka bir kuvvet tarafından yavaşlatılana ya da yönünden saptınlana dek aynı istikamette düz bir hat boyunca hareket etmeyi sürdüreceğini ve her etkinin eşit ve zıt yönde bir tepkisi öldüğünü iaade eder. Bu ilkeye göre, evrendeki her cisim tüm diğer cisimlere çekim uygular. Şu anda, size öyle gelmese de, yerinizde otururken etrafınızdaki her şeyi (duvarları, tavanı, lambayı, kedinizi) kendi küçük, hatta çok küçük kütleçekimsel alanınızla kendinize doğru çekmektesiniz. Onlar da sizi kendilerine doğru çekmekte. Herhangi iki cisim arasındaki çekim kuvvetinin, yine Feynman'ın sözleriyle, "her birinin kütlesiyle doğru orantılı öldüğünü ve aralarındaki uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak değişkenlik gösterdiğini" anlayan, Newton olmuştu. Başka bir deyişle, iki cisim arasındaki uzaklığı iki misli artırırsanız, aralarındaki çekim dört misli zayıflar. Bu durum şu formülle ifade edilebilir:

Bu formülü pratikte kullanabilmek, elbette çoğumuzun boyunu aşan bir iştir, ama en azından, kısa ve özlü ifadesini takdir edebiliriz: Kısacık birkaç çarpma işlemi, basit bir bölme işlemi, ve bingo!... Nereye giderseniz gidin, kütleçekimsel konumunuzu bileceksiniz. insan aklı tarafından ortaya atılmış, tam anlamıyla evrensel ilk doğa kanunuydu bu, Newton da işte bu sebeple böylesine evrensel bir takdire şayandır.

Principia'nın doğuşu hiç de sancısız olmamıştı. Halley'yi dehşete düşüren bir gelişmeyle, tam da çalışma tamamlanmak üzereyken Newton ile Hooke "ters kare yasası"nı ilk kimin bulduğu konusunda anlaşmazlığa düştüler ve Newton kitabının kritik önem taşıyan üçüncü cildini yayınlamayı reddetti, ki bu üçüncüsü olmadan ilk ikisi pek bir anlam taşımıyordu. Halley, iki taraf arasında diplomatça mekik dokuyarak ve pohpohçuluğun en cömert uygulamalarına başvurarak, sağı solu belli olmayan profesörden son cildi koparmayı nihayet başardı.

Halley'nin dertleri bitmek bilmiyordu. Royal Society çalışmayı yayınlamaya söz vermişti, ama şimdi mali sıkıntıyı bahane ederek yan çiziyordu. Önceki sene yayınlanıp fiyaskoyla sonuçlanan *The History of*

Fishes (Balıkların Tarihi) adlı kitap derneğe pahalıya mal olmuştu. Bu fiyaskodan sonra matematiksel ilkelere ilişkin bir kitabın piyasada ses getireceğine kuşkuyla bakıyorlardı artık. Çok zengin bir adam olmayan Halley, kitabın basım masraflarını kendi cebinden ödedi. Newton, âdeti olduğu üzere, hiç katkıda bulunmadı. Üstüne üstlük, Halley o sıralar demekte yazman olarak görev yapmayı kabul etmişti ve demek kendisine vaat edilen 50 f'luk yıllık maaşı artık ödeyemeyeceğini bildiriyordu. Ona para yerine *The History of Fishes* nüshalarıyla ödeme yapacaklardı.

Newton'ın yasaları pek çok problemi çözdü: Okyanustaki gelgit olaylarını, gezegenlerin hareketlerini, fırlatılan güllelerin tekrar Yerküre'ye düşmeden evvel neden belli bir yol izlediğini, gezegen altımızda saatte yüzlerce kilometre hızla, to*r*

paç gibi dönerken neden uzaya fırlamadığımızı[2] açıklığa kavuşturdu. Dolayısıyla yasalarca izah edilen her şeyin anlaşılması vakit aldı. Ama ortaya çıkan gerçeklerden bir tanesi, neredeyse hiç vakit kaybetmeden tartışma konusu oldu.

Bu gerçek, Yerküre'nin tam bir küre şeklinde olmadığı önerisiydi. Newton'ın kuramına göre, Yerküre'nin dönüşünden kaynaklanan merkezkaç kuvvet, kutupların hafifçe yassılmasına ve ekvatorun şişkinleşmesine yol açar, bu da gezegeni basık bir küre haline sokardı. Demek ki İtalya'da bir meridyen derecesinin uzunluğu iskoçya'dakiyle aynı olmayacaktı: Kutuplardan uzaklaştıkça uzunluk kısalacaktı. Ölçümlerinde Yerküre'nin kusursuz bir küre şeklinde olduğu varsayımını temel alanlar için iyi haber değildi bu, ki başka bir varsayımı temel alan da yoktu zaten.

insanlar yarım yüzyıl boyunca, çoğu son derece külfetli ölçümler yaparak, Yerküre'nin büyüklüğünü hesaplamaya çalışmışlardı. Bu türden girişimlerin ilklerinden biri, Richard Norwood adında Ingiliz bir matematikçiye aitti. Genç bir adam olan Norwood, denizin dibinden inci toplayıp zengin olmak niyetiyle, Halley'ninki model alınarak tasarlanmış bir dalgıç-hücresiyle Bermuda'ya gitti. Gerçi planı suya düştü, çünkü orada hiç inci yoktu, hem zaten dalgıç-hücresi de işe yaramamıştı. Ama Norwood emeğinin heba olmasına göz yumacak insanlardan değildi. On yedinci yüzyıl başlarında gemi kaptanları arasında Bermuda, yerinin tayin edilmesindeki zorlukla tanınırdı. Sorun, okyanusun büyük, Bermuda'nın

küçük oluşu ve seyir araçlarının bu dengesizlikle başa çıkmakta âciz ve yetersiz kalışıydı. Deniz milinin uzunluğu konusunda bile henüz uzlaşmaya varılamamıştı. Bir okyanusun genişliği içinde, en ufak bir yanlış hesap bile öylesine devleşirdi ki, gemiler Bermuda büyüklüğündeki hedefleri çoğu kez açık farkla ıskalardı. 1lk göz ağrısı trigonometri ve dolayısıyla açılar olan Norwood, seferine bir miktar matematiksel geçerlik kazandırmak istedi ve bu amaçla bir meridyen derecesinin uzunluğunu hesaplamaya karar verdi.

Norwood, Londra Kulesi'ni arkasına alıp yola koyuldu ve tam iki senesini York'un 208 mil (yaklaşık 335 kilometre) kuzeyine yürüyerek geçirdi. Yürürken bir parça zinciri tekrar tekrar gerip ölçüyor, bir yandan da geçtiği yerlerdeki engebe ve virajlar için kılı kırk yaran ayarlamalar yapıyordu. Son adım, Londra'daki ilk ölçümünü yaptığı günün aynı saatinde ve yılın aynı gününde Güneş'in York'taki açısını ölçmek olacaktı. Bu veriden yola çıkarak, Yerküre'nin bir meridyen derecesinin uzunluğunu belirleyebileceği ve böylece çevre mesafesinin tamamını hesaplayabileceği kanısındaydı. Komik derecede iddialı bir girişimdi bu: En ufak bir ölçüm hatası bütün hesabı mahveder, büyük farklara yol açardı. Amma velakin Norwood'un vardığı sonuç, kendisinin de gururla savunduğu gibi "devede kulak bir farkla", daha doğrusu yaklaşık beş yüz elli metre farkla doğruydu. Elde ettiği rakam, bir derecelik meridyen yayı için 1 10,72 kilometreyi gösteriyordu.

1637'de Norwood'un denizcilik konusundaki başyapıtı *The Seaman 's Practice* yayınlandı ve hemen tükenip ikinci kez basıldı. Eser tam on yedi baskı yaptı ve Norwood'un ölümünden sonra da yirmi beş sene raflardan inmedi. Norwood, ailesiyle birlikte Bermuda'ya dönüp başarılı bir ziraatçı oldu ve boş zamanlarını ilk göz ağrısı olan trigonometriye ayırdı. Orada otuz sekiz sene yaşadı, ama keşke ömrünün bu son yıllarını mutlu mesut geçirdiğini söylemek mümkün olsaydı. Ne yazık ki öyle olmadı. Ingiltere'den Bermuda'ya giderlerken, Norwood'un iki küçük oğlu Peder Nathaniel White'la aynı kamaraya yerleştirilmişti. Veletler genç piskopos vekilini çileden çıkarmakta öyle başarılı olmuşlardı ki, adam bundan sonraki kariyerinin çoğunu Norwood'a dünyasını zindan etmeye adadı.

Norwood'un iki kızı da kötü evlilikler yaparak babalarına dert oldular. Kızlarından birinin kocası, muhtemelen piskopos vekilinin ayartması

sonucu, Norwood ’u küçük suçlardan dolayı zırt pırt mahkemelik ederek onu adeta canından bezdirdi ve kendini savunmak için Bermuda’da boyuna seyahat etmek zorunda bıraktı. Nihayet 1650’lerde Bermuda’da cadı mahkemeleri başlayınca, Norwood trigonometri notlarındaki esrarlı sembollerin şeytanla iletişim kurduğunun işaretleri olarak algılanmasından ve kendisini korkunç bir infaza sürüklemesinden korkarak, son yıllarını yoğun bir tedirginlik içinde geçirdi. Norwood hakkında bilinenler o kadar az ki, giderek kötüleşen bu mutsuz yılları hak etmiş olması da pekâlâ mümkün. Kesin olarak bilinen tek şey, onun bu bahtsızlıklara uğramış olduğu.

Aynı dönemde, Yerküre’nin çevre uzunluğunu belirleme hevesi Fransa’ya da sıçramıştı. Orada, astronom Jean Picard, oktantlardan, sarkaçlı saatlerden ve (Jüpiter’ in uydularının hareketlerini gözlemlemek için) zenit teleskoplarından yararlanarak, etkileyici derecede karmaşık bir üçgenleme yöntemi icat etti. Iki yılını Fransa’yı arşınlayıp üçgenleyerek geçirdikten sonra, 1669’da bir derecelik meridyen yayı için daha isabetli bir ölçüm açıkladı: 110,46 kilometre. Bu ölçüm, Fransızlar için büyük gurur kaynağıydı, ama Yerküre’nin kusursuz bir küre şeklinde olduğu varsayımından hareketle düşünülmüştü. Şimdi de Newton kalkmış, bunun böyle olmadığını söylüyordu.

Kafaları iyice karıştırmak istercesine, Picard’ın ölümünden sonra da Giovanni ve Jacques Cassini, baba-oğul el ele verip Picard’ın deneylerini daha geniş bir alan üzerinde tekrarladılar ve Yerküre’nin şişkin bölgesinin ekvator değil, kutuplar olduğunu, başka bir deyişle, Newton’un kesinkes yanıldığını ileri sürdüler. Bilimler Akademisi yeni ölçümler yapmaları için Bouguer ile La Condamine’i Güney Amerika’ya göndermeye işte bu yüzden karar verdi.

Bouguer ile La Condamine, bu iş için And Dağları’nı seçtiler, çünkü ekvatorda küresellik açısından gerçek bir farklılık olup olmadığını belirlemek için oraya yakın bir yerde ölçüm yapmaları gerekiyordu. Tabii bu arada güzel dağ manzarasının tadını da çıkarabileceklerini ummuşlardı. Ama Peru’nun dağları mütemadiyen dumanlıydı ve ekip dumanın dağıldığı ender vakitlerde topu topu bir saat araştırma yapabilmek için çoğu zaman haftalarca beklemek zorunda kalıyordu. Üstüne üstlük, Yerküre’nin en

elverişsiz topraklarından birini seçmişlerdi. Perulular topraklarından muy *accidentado* ("çok engebeli") diye bahsederlerdi, ki hakikaten de öyleydi. Fransızları bekleyen tek güçlük, dünyanın en ürkütücü dağlarından bazılarını, doğal sakinlerini bile hezimete uğratan dağları ölçümlemek zorunda kalmaları değildi. Onlara ulaşabilmek için vahşi nehirler, balta girmemiş ormanlar aşmak ve kilometrelerce yol katedip, haritası çıkarılmamış, her türlü yerleşimden uzak, yüksek ve taşlık çöllerden geçmek mecburiyetindeydiler. Ama Bouguer ve La Condamine'in en belirgin özellikleri azimleriydi: Dokuz buçuk sene kızgın güneşin altında taban tepmelerini gerektiren bu uzun ve eziyetli işe dört elle sarıldılar. Projelerini sonuçlandırmalarından kısa süre önce bir haber aldılar: Kuzey İskandinavya'da ölçüm yapan (ve vıcık vıcık bataklıklardan tutun, tehlikeli yüzer buz kütlelerine kadar birçok farklı zorlukla boğuşan) ikinci bir Fransız ekibi, tıpkı Newton'ın öngördüğü gibi, kutuplara yakın bölgelerde bir derecenin gerçekten de daha uzun olduğunu bulgulamıştı. Yerküre, ekvator çevresinden ölçüldüğünde, kutuplar çevresinden (yukarıdan aşağıya) ölçüldüğünde olduğundan kırk üç kilometre genişti.

Böylece Bouguer ile La Condamine, ulaşmayı hiç beklemedikleri bir sonuç için neredeyse on yıl uğraş vermiş olmaları yetmezmiş gibi, bu sonuca ilk ulaşanlar olma başarısına bile kavuşamadıklarını öğreniyorlardı. Araştırmalarım keyifsizce tamamladılar ve ilk Fransız ekibinin doğru sonuca vardığını onayladılar. Sonra da, birbirlerine hâlâ küs, deniz kıyısına inip ayrı gemilerle evlerine döndüler.

Principia'da Newton tarafından tahmin edilen bir şey daha vardı: Bir dağ yakınına asılmış bir çekül, dağın çekimsel kütlesinin yam sıra Yerküre'nin çekimsel kütlesinin de etkisiyle, dağa doğru hafifçe meylederdi. Bu sadece tuhaf bir gerçekten ibaret değildi. Sapmayı hatasızca ölçerseniz, evrensel kütleçekimi sabitini, yani kütleçekiminin G olarak bilinen temel değerini ve dolayısıyla Yerküre'nin kütlesini hesaplayabilirdiniz.

Bouguer ile La Condamine bunu Peru'daki Chimborazo Doruğu'nda denemişler, ama hem teknik güçlüklere hem de kendi hırlaşmalarına yenik düşmüşlerdi. Dolayısıyla bu meflıum otuz sene daha uyku halinde kaldı, ta ki Ingiltere'de kraliyet astronomu Nevil Maskelyne tarafından hortlatılana

dek. Maskelyne, Dava Sobel'ın *Longitude* (Boylam) adlı popüler kitabında, ünlü saatçi John Harrison'ın parlak zekâsını takdir edemediği için ahmak ve hain biri olarak tanıtılır. Belki de öyleydi, ama ona Sobel'ın kitabında değinilmeyen başka şeyler de borçluyuz. Yerküre'nin ağırlığını ölçmek için yaptığı başarılı plan, bunlardan yalnızca bir tanesidir. Maskelyne, asıl sorunun kütlesi tahmin edilebilecek kadar düzgün şekilli bir dağ bulmakta yattığım anlamıştı.

Onun teşviki üzerine Royal Society, bu amaca uygun bir dağın bulunup bulunamayacağını anlamak için Ingiliz Adaları'm dolaşacak güvenilir birine görev vermeyi kabul etti. Maskelyne, bu iş için biçilmiş kaftan birini tanıyordu: astronom ve harita mühendisi Charles Mason. Maskelyne ile Mason on bir yıl önce aynı projede çalışırken dost olmuşlardı. Bu proje son derece önemli bir astronomik olayın ölçümüydü: Venüs gezegeninin Güneş'in önünden geçişinin. Venüs geçişlerinden birinin Yerküre'nin seçilmiş noktalarından ölçümlenmesi halinde, üçgenleme prensiplerinin yardımıyla Güneş'e olan uzaklığın hesaplanabileceği ve bu veriden yola çıkılarak güneş sistemindeki tüm diğer cisimlere olan uzaklıkların belirlenebileceği, yıllar önce, çalışkan dostumuz Edmond Halley tarafından önerilmişti.

Ne yazık ki, Venüs geçişleri düzensiz bir sıra takip eder: Sekiz yıl arayla iki geçiş gözlemlenir, ama yaklaşık bir yüzyıl süresince hiç geçiş olmaz ve bu geçişlerden herhangi biri Halley'nin hayatta olduğu döneme rastlamamıştır.[3] Ama fikir unutulmadı ve bir sonraki geçiş vaktinin geldiği 1761' de, yani Halley'nin ölümünden yaklaşık yirmi sene sonra, bilim dünyası hazırdı: Hatta daha evvel hiçbir astronomik olay için olmadığı kadar hazırdı.

Çağa damgasını vuran tuhafbir içgüdünün etkisiyle kendilerine eziyet etmekten adeta hoşlanan bilim adanılan, dünya üzerindeki yüzü aşkın noktaya (Sibirya'ya, Çin'e, Güney Afrika'ya, Endonezya'ya, Wisconsin ormanlarına ve daha pek çok yere) doğru yola koyuldular. Fransa otuz iki, Britanya on sekiz gözlemci gönderdi. Isveç, Rusya, Italya, Almanya, Irlanda ve daha pek çok ülkenin gözlemcileri de yollara düştüler.

Bilimsel bir teşebbüs, tarihte ilk kez uluslararası işbirliğiyle yürütülüyordu ve hemen her yerde sorunlarla karşılaşıldı. Pek çok

gözlemci, savaş, hastalık ya da gemi kazası gibi engeller yüzünden yollarda kaldı. Gidecekleri yere varmayı başaranlarsa, sandıklarını açtıkları zaman aletlerinin ya kırılmış ya da tropik iklim yüzünden bozulmuş olduğunu gördüler. Şans Fransızların yüzüne yine gülmedi ve en unutulmaz talihsizliklere uğrayanlar onlar oldu. Jean Chappe, üstüne titrediği narin aletlerini her tehlikeli sarsıntıdan korumaya çalışarak, fayton, gemi ve atlı kızaklarla Sibirya'ya ulaşmak için aylarca seyahat etti, ama geçmesi gereken son hayati patika sular altında kalıp kapanınca yoluna devam edemedi. Su baskınının sebebi, anormal şiddetli yağan bahar yağmurları yüzünden nehirlerin taşmasıydı, ki yerliler Fransız bilim adamının gökyüzüne acayip aletler doğrulttuğunu görünce bu felaketten hemen onu sorumlu tuttular. Chappe canını kurtarmayı başardı, ama işe yarar hiçbir ölçüm yapamadı.

Başından geçenler Timothy Ferris tarafından *Coming of Age in the Milky Way* (Samanyolu'nda Çağın Gelişi) adlı kitapta harikulade bir özetle anlatılan Guillaume Le Gentil daha da şanssızdı. Le Gentil, geçişi Hindistan'dan gözlemlemek için bir sene önce Fransa'dan yola çıkmıştı, ama çeşitli engeller yüzünden, geçişin gerçekleşeceği gün o hâlâ denizin ortasındaydı. O sırada bulunulabilecek en kötü yer denizdi herhalde, çünkü sallanan bir gemide sabit ölçümler yapmak olanaksızdı.

Yine de pes etmeyen Le Gentil, yoluna devam etti ve 1769'daki ikinci geçişi beklemek için Hindistan'a vardı. Aradaki sekiz seneyi iyi kullanıp, birinci sınıf bir gözlem istasyonu kurdu, aletlerini tekrar tekrar denedi ve her türlü hazırlığı mükemmelen tamamladı. ikinci geçişin gerçekleşeceği gün, yani 4 Haziran 1769'da, sabah uyandığında hava gayet güzeldi, ama tam da Venüs geçişinin başladığı sıralar, bir bulut Güneş'i kapatıp olayın neredeyse sonuna kadar hiç yerinden kıpırdamadı: üç saat, on dört dakika ve yedi saniye.

Le Gentil, gıkını bile çıkarmadan aletlerini toplayıp en yakın limana doğru yola koyuldu, ama yolda dizanteriye yakalandı ve dönüşünü yaklaşık bir sene daha ertelemek zorunda kaldı. iyice güçten düşmüş bir halde, nihayet bir gemiye binmeyi başardı. Afrika açıklarında fırtınaya yakalanan gemisi az kalsın batıyordu. Yola çıkışından on bir buçuk yıl sonra hiçbir şey

elde edemeden nihayet evine ulaştığı zaman, yokluğunda vefatını ilan eden akrabalarının malvarlığını harisçe talan ettiklerini öğrendi.

Britanya tarafından dünyanın dört bir yanına yollanan on sekiz gözlemcinin uğradığı hayal kırıklıkları, Fransızlarınkine göre daha hafifti. Mason, Jeremiah Dixon adlı genç bir araştırmacıyla işbirliğine girdi ve bu ikisi belli ki iyi anlaştıklarından, kalıcı bir ortaklık kurdular. Sumatra'ya gidip, geçişi oradan gözlemlemeleri emredilmişti, ama denizde tek bir gece geçirdikten sonra gemileri Fransız bir firkateynin saldırısına uğradı. (Bilim adamları uluslararası çapta işbirlikçi bir tutum içindeydiler, ama milletlerin böyle bir niyeti yoktu.) Mason ile Dixon, Royal Society'ye bir mesaj gönderip, açık denizlerde seyahat etmenin son derece tehlikeli olduğu yolundaki gözlemlerini ve belki de bu görevin tamamen iptal edilmesi gerekebileceği yönündeki görüşlerini ilettiler. Cevap olarak, tez elden soğuk bir azar aldılar: Paraları peşin ödenmişti, millet ve bilim camiası onlara güveniyordu ve göreve devam etmekten cayarlarsa namlarına kolay kolay silinmeyecek bir leke sürmüş olurlardı. Boylarının ölçüsünü alan ikili, yollarına devam ettiler, ama yolda Sumatra'nın Fransızların eline geçtiğini öğrenince, geçişi Ümit Burnu'ndan gözlemlediler ve herhangi bir sonuca ulaşamadılar. Ülkelerine geri dönerken, Atlantik'in ortasındaki Saint Helena Adası'na uğradılar ve orada, bulutlanma yüzünden gözlemlerinde başarısız olan Maskelyne'le karşılaştılar. Mason ile Maskelyne sağlam bir dostluk kurdular ve mutlu geçen, hatta belki bir nebze yararlı da olan birkaç hafta boyunca, gelgit akıntılarının haritalarını çıkardılar.

Bundan kısa süre sonra, Maskelyne Ingiltere'ye dönüp kraliyet astronomu oldu. Artık epey tecrübe kazanmış olan Mason ile Dixon da dört yıllık uzun ve oldukça tehlikeli bir maceraya atıldılar. Biri William Penn, diğeri Lord Baltimore yönetimindeki Pennsylvania ve Maryland kolonileri arasındaki sınır kavgasını çözüme ulaştırmak için Amerika'nın ıssız topraklarında 244 mil (yaklaşık 393 kilometre) yol katedeceklerdi. Bu çözüm arayışı, sonralan köle ve özgür eyaletleri birbirinden ayıran çizgi olarak sembolik önem kazanacak olan meşhur Mason-Dixon hattıyla sonuçlandı. (Baş hedefleri sınır çizgisinin tespiti olmakla birlikte, birkaç astronomik araştırmaya da katkıda bulundular. Katkılarından biri, yüzyılın en isabetli meridyen derecesi ölçümlerinden biriydi. Bu başarıyla

Ingiltere’de topladıkları alkış, şımarık aristokratlar arasındaki sınır kavgasını sonlandırdıkları için topladıklarından çok daha fazla oldu.)

Maskelyne Avrupa’ya döndüğünde, Alman ve Fransız meslektaşlarıyla birlikte şu sonuca varmak zorunda kaldı: 1761’deki geçiş ölçümleri esas itibariyle başarısız olmuştu. Sorunlardan biri, ilginçtir ki, gereğinden fazla gözlem yapılmış olmasıydı. Öyle ki bütün gözlemler bir araya getirildiğinde çoğunlukla birbiriyle çeliştiği için, iş adamakıllı içinden çıkılmaz bir hal alıyordu. Venüs geçişlerinden birini rahat rahat ölçümleme başarısı, James Cook adında, pek tanınmayan, Yorkshire doğumlu bir gemi kaptanına aitti. Cook, 1769’daki geçişi Tahiti'de günlük güneşlik bir tepeden seyretmiş ve sonra da harita çıkartmaya devam edip Avustralya’ya Ingiliz tahtı adına sahip çıkmıştı. Döndüğünde, Fransız astronomu Joseph Lalande’e, Yerküre ile Güneş arasındaki uzaklığın kabaca 150 milyon kilometrenin biraz üstünde olduğunu hesaplamasına yetecek kadar bilgi temin etti. (On dokuzuncu yüzyılda iki geçiş daha gerçekleşerek, astronomların bu rakamı 149,59 milyon kilometreye sabitlemelerini mümkün kıldı ve mesafe o zamandan bu yana aynı kaldı. Şu anda bildiğimiz kesin uzaklık 149,597870691 milyon kilometredir.) Yerküre nihayet uzayda bir konum sahibiydi artık.

Mason ile Dixon’a gelince... Ingiltere’ye bilim dünyasının kahramanları olarak döndüler ve bilinmeyen sebeplerden ötürü, ortaklıklarını sona erdirdiler. On sekizinci yüzyılın bilimsel dönüm noktalarında sahneye çıkma sıklıkları düşünüldüğü zaman, bu iki adam hakkında bilinenler şaşırtıcı derecede az görünür. *Dictionary of National Biography* (Ulusal Biyografi Sözlüğü), Dixon için “bir kömür madeninde doğduğu söylenir” gibi ilginç bir bilgi verdikten sonra, duruma akla yakın bir açıklama getirme işini okuyucunun hayal gücüne bırakır ve onun

1777’de Durham’da öldüğünü ekler. Adından ve Mason’la arasındaki uzun işbirliğinden başka, hakkında hiçbir şey bilinmemektedir.

Mason’ın hayatı üzerindeki sis perdesi, Dixon’ınkinden belki biraz daha incedir. l 772’de Maskelyne’in ricası üzerine, kütleçekimsel sapma deneyine uygun bir dağ arama görevini kabul ettiğini biliyoruz. En nihayet, aradıkları dağın İskoçya’daki Orta Highlands bölgesinde, Tay Gölü’nün hemen yukarısında bulunduğunu ve Schiehallion adını taşıdığını bildirdi.

Ama bütün bir yazı o dağı tetkik ederek geçirmeye onu kimse razı edemeyecekti. Saha araştırmalarına bir daha asla dönmedi. Bundan sonraki bilinen ilk hareketi, 1786'da aniden, esrarengiz biçimde ve besbelli beş parasız bir halde, karısı ve sekiz çocuğuyla birlikte Philadelphia'ya dönüşü oldu. On sekiz yıl önce oradaki araştırmasını tamamladığından beri Amerika'ya hiç gitmemişti ve bilindiği kadarıyla ne orada bulunmasını gerektiren bir sebep, ne de kendisini bekleyen bir dostu ya da destekçisi vardı. Birkaç hafta sonra hayata gözlerini yumdu.

Mason söz konusu dağı tetkik etmeyi reddedince, bu iş Maskelyne'in üstüne kaldı. Böylece Maskelyne 1774 yazında, ıssız bir Iskoç vadisine kurulmuş bir çadırın içinde dört ay geçirerek, mümkün olan her konumdan yüzlerce ölçüm alan bir araştırmacı ekibini yönetti. Elde edilen verileri değerlendirerek dağın kütlesini bulmak için bir sürü yorucu hesap yapmak gerekiyordu. Bu iş, Charles Hutton adında bir matematikçiye verildi. Araştırmacılar, dağın haritasını ölçüm sonuçlarıyla donatmışlardı. Her bir ölçüm, dağın üstündeki ya da civarındaki bir noktanın yüksekliğini belirliyordu. Ilk bakışta kafa karıştırıcı bir rakam kalabalığından ibaretti, ama Hutton eşit yükseklikteki noktaları kurşunkalemle birleştirdiği takdirde her şeyin daha düzenli görüneceğini fark etti. Öyle ki, haritaya bakınca dağın genel biçimini ve eğimini aniden sezinler gibi oluyordu insan. Hutton, eş-yükselti eğrilerini icat etmişti.

Hutton, Schiehallion'daki ölçümlerine dayanarak, Yerküre'nin 5.000 milyon milyon ton ağırlığında olduğunu hesapladı. Güneş dahil, güneş sistemindeki tüm diğer önemli cisimlerin kütleleri, Yerküre'nin kütlesinden hareketle hesaplanabilirdi. Böylece, yapılan tek bir deney sayesinde, Yerküre'nin, Güneş'in, Ay'ın, öteki gezegenlerin ve *onların* uydularının kütlelerini öğrenmiş ve cabadan, eş-yükselti eğrilerini kazanmış olduk: Dört aylık bir çalışmanın semeresi olarak hiç fena değildi doğrusu.

Gerçi sonuçlar herkesi memnun etmedi. Schiehallion deneyinin bir kusuru vardı: Dağın gerçek yoğunluğu bilinmeden hatasız bir sonuca ulaşmak mümkün değildi. Hutton, böylesi kolayına geldiği için, dağın sıradan taşla aynı yoğunluğa sahip olduğunu varsaymıştı: yani suyun yoğunluğunun yaklaşık 2,5 misli. Ama bu, tecrübeye dayalı bir tahminden ibaretti.

Derken, hiç umulmadık biri, bu konuya kafa yormaya başladı: ücra Yorkshire köyü Thomhill'de yaşayan, John Michell adında bir kır papazı. Uzak ve nispeten mütevazı konumuna rağmen, Michell on sekizinci yüzyılın bilim alanındaki büyük düşünürlerinden biriydi ve bu özelliğine çok hürmet edilirdi.

Michell'ın başarıları arasında şunlar vardı: Depremlerin dalgamsı doğasının farkına varmış, manyetizma ve kütleçekimine ilişkin özgün araştırmalar gerçekleştirmiş ve uzayda karadeliklerin olabileceğini, sıradışı bir öngörüyle ve Newton'ın bile akıl edemediği sezgisel bir tümdengelim yöntemiyle, herkesten iki yüz yıl önce düşünebilmişti. Almanya'da doğan müzisyen William Herschel hayattaki esas ilgi alanının astronomi olduğuna karar verdiği zaman, teleskop yapımında kendisine yol göstermesi için Michell'a başvurmuştu. Gezegenbilim o gün bugündür bu yardım için Michell'a minnettardır.[4]

Ama Michell'ın hiçbir başarısı, Yerküre'nin kütlesini ölçmek için tasarlayıp inşa ettiği düzenekten daha dâhiyane ya da etkili olmadı. Ne yazık ki, deneyleri gerçekleştiremeden öldü ve söz konusu fikir, düzenekle birlikte, akıllı ama inanılmaz derecede pısırık bir Londralı bilim adamına devredildi: Henry Cavendish'e.

Cavendish'in hayatı romandı. Doğduğu andan itibaren görkemli ve ayrıcalıklı bir yaşam sürmüştü. Büyükbabaları birer düktü: Devonshire Dükü ile Kent Dükü. Çağının en yetenekli Ingiliz bilim adamıydı, ama aynı zamanda en garibiydi. Yaşamöyküsünü yazan tek tük biyografın sözleriyle, "hastalık derecesine varan" çekingenliğinden çok çekmişti. Herhangi bir insanla temas, onun için derin bir rahatsızlık kaynağıydı.

Bir gün kapısını açtığında, onu görmek için ayağının tozuyla Viyana'dan gelmiş Avusturyalı bir hayranını karşısında bulmuştu. Heyecan içinde kendisine methiyeler düzmeye başlayan Avusturyalının komplimanlarını birkaç dakikalığına tokat yercesine dinledikten sonra daha fazla dayanamayan Cavendish, evinin kapısını ardına kadar açık bırakarak bahçeye kaçmış, konutuna geri dönmeye ancak saatler sonra ikna edilebilmişti. Evin kâhyası bile onunla mektuplaşarak iletişim kurardı.

Zaman zaman insan içine çıkmayı göze aldığı da olurdu. Özellikle büyük doğabilimci Sir Joseph Banks'in haftalık bilimsel suarelerinin sadık katılımcısıydı. Ama Cavendish'in katılacağı davetlerin diğer konukları, ona hiçbir suretle yaklaşmamaları, hatta bakmamaları konusunda açıkça uyarılırlardı. Görüşlerini merak edenlere, ona sanki tesadüfen rastlamış gibi yaklaşmaları ve "yerinde yeller esiyormuş gibi" konuşmaları tavsiye edilirdi. Bilimsel açıdan kayda değer şeyler söyleyecek olurlarsa, belki üstünkörü bir yanıt alabilirlerdi, ama çoğu zaman huysuz bir cıyaklama işitir (sesi epey tizdi anlaşılan) ve dönüp baktıklarında Cavendish'in yerinde hakikaten yeller estiğini ve kendisinin daha sakin bir köşeye sıvışmakta olduğunu görürlerdi.

Serveti ve yalnızlığa eğilimi, Clapham'daki evini büyük bir laboratuvara çevirmesine olanak sağlamıştı. Orada fiziksel bilimleri, yani elektriği, ısıyı, kütleçekimini, gazları ve maddenin bileşenleriyle alakalı tüm konuları hiç rahatsız edilmeden, didik didik araştırabiliyordu. On sekizinci yüzyılın ikinci yarısı, kendini bilime adamış insanların temel fiziksel özelliklere, bilhassa gazlara ve elektriğe giderek yoğunlaşan bir ilgi duydukları, bu özelliklerle neler yapılabileceğini görmeye başladıkları ve bunu yaparken mantıktan ziyade duygularıyla hareket ettikleri bir dönemdi. Amerika'da, Benjamin Franklin, elektrikli bir fırtınada uçurtma uçurup hayatını tehlikeye atmasıyla ünlenmişti. Fransa'da, Pilatre de Rozier adlı bir kimyacı, ağzını hidrojenle doldurup ateşe üfleyerek hidrojenin yanabilirliğini denemiş, böylece hem hidrojenin gerçekten de patlama yaratabilecek derecede yanıcı olduğunu, hem de kaşların yüzün kalıcı bir unsuru olması gerekmediğini kanıtlayarak bir taşla iki kuş vurmuştu. Cavendish ise, kendi bedenine elektrik şokları uygulayarak gerçekleştirdiği deneylerle payına düşeni yapmış, giderek şiddetlenen ıstıraplara katlanmaya çalışırken kuş tüyünden yapılmış kaleminin kontrolünü ve bilincini kaybettiği bile olmuştu.

Uzun ömrü boyunca Cavendish bir dizi olağanüstü keşifte bulundu. Hidrojeni izole eden ve hidrojenle oksijeni su oluşturacak şekilde birleştiren ilk kişi olması, başarılarından yalnızca bir tanesiydi. Ama onun elinin değdiği hemen her iş acayiplikten nasibini alıyordu. Kimseciklere anlatmadığı kontrolsüz deneylerin sonuçlarını yazılarında sık sık ima ederek bilim adamı meslektaşlarının öfkesini boyuna üstüne çekerdi.

Ketumluk açısından Newton'ı aratmamakla kalmaz, hayli geride bırakırdı. Elektriksel iletkenliğe ilişkin deneyleri zamanının bir yüzyıl ötesindeydi, ama ne yazık ki yaşadığı yüzyılın sonuna dek meçhul kaldı. Hatta, Cambridge fizikçilerinden James Clerk Maxwell on dokuzuncu yüzyıl sonlarında Cavendish'in notlarını yayımlama işini üstlenene dek, yaptıklarının büyük kısmından kimsenin haberi olmadı. Zaten o zamana kadar bu payeler çoktan sahiplerini bulmuştu.

Cavendish, kimselere duyurmadan yürüttüğü çalışmalarında, enerjinin korunumu ilkesini, Ohm yasasını, Dalton'ın Kısmi Basınç Yasası'nı, Richter'in Eşdeğer Oranlar Yasası'nı, Charles'ın Gazlar Yasası'nı ve elektriksel iletkenlik ilkelerini keşfetti ya da öngördü. Bu kadarla kalsa iyi. Bilim tarihçisi J. G. Crowther' a göre, "Kelvin ile G. H. Darwin'in gelgit olayları sonucunda ortaya çıkan sürtünmenin yerkürenin dönüş hızını yavaşlatıcı etkisi üzerindeki çalışmalarının, Larmor'ın lokal atmosferik soğuma konusunda 1915'te yayınlanan keşfinin, ... Pickering'in donan karışımlara ilişkin çalışmalarının ve Rooseboom'un heterojen dengelerle ilgili çalışmalarından bazılarının" habercisi de oldu. Son olarak, soy gazlar diye bilinen bir grup elementin keşfini doğuran ipuçları bıraktı. Bu gazlardan bazılarını ele geçirmek o kadar zordur ki, sonuncusu 1962 'ye dek bulunamamıştır. Ama bizi burada asıl ilgilendiren, Cavendish'in bilinen en son deneyidir. Cavendish bu deneyi, 1797 yazının sonlarında, altmış yedi yaşındayken, John Michell'ın belli ki basit bir bilimsel saygı gösterisi olarak kendisine bıraktığı düzenek sandıklarına dikkatini yönelttiği zaman gerçekleştirdi.

Michell'ın düzeneği, monte edildiği zaman Nautilus marka bir egzersiz aletinin on sekizinci yüzyıla özgü versiyonunu andırıyordu. Ağırlıklar, karşı-ağırlıklar, pandüller, şaftlar ve burulma telleri içeriyordu. Düzeneğin ortasında 160 kiloluk iki adet çelik top vardı ve bunlar daha küçük iki kürenin yanına asılıydı. Amaç, küçük kürelerde büyük küreler yüzünden oluşan kütleçekimsel sapmayı ölçmekti. Bu da kütleçekimi sabiti olarak bilinen, saptanması zor kuvvetin ilk ölçümünü mümkün kılacak, bu veriden yola çıkılarak Yerküre'nin ağırlığı (daha doğrusu kütlesi)[5] bulunabilecekti.

Kütleçekimi gezegenleri yörüngede tuttuğu ve düşen nesneleri gürültüyle yere indirdiği için, onun güçlü bir kuvvet olduğunu düşünmeye

eğilimliyiz, halbuki aslında hiç de öyle değildir. Ancak kolektif bir düzeyde, yani Güneş gibi büyük kütleli bir cismin Yerküre gibi büyük kütleli başka bir cismi çekmesi halinde güçlüdür. Basit bir düzeyde, kütleçekimi olağanüstü zayıftır. Masadan bir kitap ya da yerden bir para aldığınızda, bütün bir gezegenin birleşik kütleçekimsel etkisini zahmetsizce yenersiniz. Cavendish'in yapmaya çalıştığı şey, işte bu aşırı hafif, tüysıklet düzeydeki kütleçekimini ölçmekti.

Anahtar kelime titizlikti. Bu düzeneğin konduğu odaya en ufak bir fısıltının bile girmesine izin verilemezdi. Bu yüzden Cavendish de bitişik odalardan birine yerleşip, gözlemlerini bir gözetleme deliğinden bakarak, teleskopla yaptı. Bu iş inanılmaz derecede heyecan vericiydi ve birbiriyle bağlantılı on yedi ince ölçüm gerektiriyordu. Nitekim hepsinin tamamlanması neredeyse bir sene aldı. Hesaplarını nihayet bitirdiğinde, Cavendish Yerküre'nin 13.000.000.000.000.000.000.000 libreden, yani modem ölçü birimiyle altı milyar trilyon metrik tondan biraz daha ağır olduğunu açıkladı. (Bir metrik ton 1.000 kilograma, ya da 2.205 libreye eşittir.)

Günümüzde, bilim adamlarının emrine amade olan makineler tek bir bakterinin ağırlığını saptayabilecek kadar kesin, yirmi üç metre ötede esneyen birinden etkilenebilecek kadar hassas ölçümler yapabiliyor, ama Cavendish'in 1797'deki ölçümlerinden daha iyisini beceremediler henüz. Yerküre'nin ağırlığı için geçerli olan en iyi tahmin, Cavendish'in hesabından yalnızca yüzde bir civarında bir farkla, 5,9725 milyar trilyon tondur. Ne ilginçtir ki, bunca emeğin karşılığı Newton'ın Cavendish'ten 110 yıl önce, elinde hiçbir deneysel kanıt yokken yaptığı tahminleri doğrulamak olmuştur.

Velhasıl, on sekizinci yüzyılın sonlarına gelindiğinde bilim adamları Yerküre 'nin biçimini, boyutlarını, Güneş'e ve gezegenlere olan uzaklığını kesinkes biliyorlardı. Şimdi de Cavendish, evinden dışarı bumunu bile çıkarmadan, onlara Yerküre'nin ağırlığını temin etmişti. Bu durumda Yerküre'nin yaşını belirlemenin nispeten basit olacağını düşünebilirsiniz. Ne de olsa, gereken malzemeler hani neredeyse ayaklarına gelmişti. Ama hayır. insanoğlu önce atomu parçalayacak, televizyonu, naylonu ve hazır

kahveyi icat edecek, kendi gezegeninin yaşını hesaplamaya daha sonra sıra gelecekti.

Bu gecikmenin sebebini anlamak için, önce kuzeye seyahat edip iskoçya'ya uğramamız ve adı çok az kişi tarafından bilinen, akıllı ve sevimli bir adamdan söz etmemiz gerekiyor. Bu adam, jeoloji denilen yeni bir bilimi henüz icat etmişti.

5

TAŞ KIRICILAR

Tam da Henry Cavendish'in Londra'da deneylerini tamamlamakta olduğu sıralar, 644 kilometre ötedeki Edinburgh'da, James Hutton'ın ölümüyle birlikte bir son daha yaşanmak üzereydi. Bu son, Hutton için kötü haberdi elbette, ama bilim için iyi haberdi. Çünkü Hutton'ın ölümü John Playfair adında bir adamın yolunu açacaktı. Playfair, Hutton'ın çalışmalarını tekrar kaleme almak gibi cesaret isteyen bir işin altına korkusuzca girecekti.

Denildiğine göre, Hutton cin gibi zeki ve son derece arkadaş canlısı bir adamdı. Sohbetine doyum olmazdı. Yerküre'yi yavaş yavaş şekillendiren gizemli süreçler söz konusu olduğundaysa kimse onun eline su dökemezdi. Ne yazık ki, fikirlerini herkesin ucundan kıyısından anlayabileceği bir dille aktarmak, Hutton'ın boyunu aşan bir işti. Hayat hikâyesini yazan biyografi yazarlarından birinin hafifbir iç çekişle gözlemlediği gibi, “güzel söz söyleme sanatından neredeyse hiç nasibini almamış” biriydi o. Onun kaleminden çıkan hemen her satır insanın uykusunu getirirdi. işte 1795 tarihli başyapıtı *A Theory of the Earth with Proofs and Illustrations'da* (Kanıt ve Açıklamalarıyla Yer Kuramı), şu sözlerle kendince bir şeyler anlatmaya çalışıyor, ama ne?

Üstünde yaşadığımız dünya maddelerden oluşmuştur, ama şimdikinden hemen önceki yer olan dünyaya değil, şimdiden geriye doğru öyle sanıyoruz ki üçüncü olan ve şimdiki toprağımız henüz okyanus suları altındayken deniz yüzeyinin üstünde kalan topraktan bir önceki dünyaya ait olan maddelerden.

Bununla birlikte, neredeyse hiç yardım almadan oldukça parlak bir başarıya imza atarak jeoloji bilimini yaratmış ve Yerküre’ye yönelik anlayışımızı değiştirmiştir. Hutton, 1726’ da varlıklı bir Iskoç ailenin oğlu olarak dünyaya geldi ve ömrünün büyük kısmını, fazla emek gerektirmeyen hafif işlerle uğraşıp entelektüel açıdan kendini geliştirmesini mümkün kılan maddi bir konfor içinde geçirdi. Tıp öğrenimi gördü, ama bu mesleğin ilgisini çekmediğine karar verip çiftçiliğe el attı ve onu da Berwickshire’daki aile çiftliğinde, hiç canını sıkmadan, bilimsel bir anlayışla icra etti. Tarım ve hayvancılıktan sıkılınca, 1768’de Edinburgh’a taşınıp, kömür isinden amonyum klorür (nişadır) üreten başarılı bir şirket kurdu ve çeşitli bilimsel meşgalelerle vakit geçirdi. O zamanlar Edinburgh entelektüel açıdan çok hareketli bir merkezdi. Hutton da yaşadığı yerin giderek zenginleşen fırsatlarından sonuna dek yararlandı. Oyster Club denilen bir derneğin başlıca üyelerinden biri oldu. Akşamlarını dernekte geçirerek, ekonomist Adam Smith gibi, kimyacı Joseph Black gibi ve düşünür David Hume gibi kişilerin yanı sıra Benjamin Franklin ve James Watt gibi arada bir ziyaretlerine gelen salon adamlarıyla da dostluk kurdu.

Çağın geleneğine uygun olarak, Hutton da mineralojiden tutun metafiziğe kadar hemen her şeye ilgi duymaktaydı. Kimyasal maddelerle deneyler yaptı, kömür madenciliği ve kanal inşaatı için yöntemler araştırdı, tuz madenlerini gezdi, soyaçekim mekanizmaları hakkında fikir yürüttü, fosil topladı ve yağmura, havanın bileşimine, hareket yasalarına ve daha pek çok konuya ilişkin kuramlar önerdi. Ama asıl ilgi alanı jeolojiydi.

Her şeyin fanatikçe sorgulandığı bu çağın ilgi çekici sorularından bir tanesi kafaları uzun zamandır kurcalamaktaydı: İlk çağlardan kalma midye kabukları ve diğer deniz fosilleri neden sık sık dağ tepelerinde bulunuyordu? O kadar yüksek yerlerde ne işleri vardı? Bu konuya çözüm getirebildiklerini düşünenler, iki muhalif kampa ayrılmışlardı. Neptüncüler diye anılan gruptakiler, inanılmaz yüksekliklerde bulunan deniz kabukları da dahil olmak üzere yeryüzündeki her şeyin yükselip alçalan deniz seviyeleriyle açıklanabileceği kanısındaydılar. Dağların, tepelerin ve diğer yüzey şekillerinin Yerküre’nin kendisi kadar yaşlı olduğuna ve ancak küresel sellerin oluştuğu dönemlerde, sular altında kalınca değişime uğradığına inanıyorlardı.

Bu grubun karşısında, yanardağ ve depremler gibi canlandırıcı unsurların yeryüzünü durmaksızın değiştirdiğini, ama hırçın denizlerin bu değişime kesinlikle hiçbir katkısı olmadığını öne süren Plütoncular vardı. Plütoncular, sellerin oluşmadığı dönemlerde onca suyun nereye gittiği gibi münasebetsiz sorular yöneltiyorlardı. Şayet bir zamanlar Alpleri kaplayacak kadar çok su vardıysa, şimdikine benzer sakin dönemlerde hangi cehenneme kaybolmuştu? Yerküre'nin yüzeysel güçlere olduğu kadar derin iç güçlere de tabi olduğuna inanıyorlardı. Mamafih, onca midye kabuğunun dağ tepelerine nasıl çıktığına ikna edici bir açıklama getiremiyorlardı.

Hutton işte bu meselelere kafa yorarken, aklına olağanüstü bir fikir geldi. Kendi çiftlik arazisine bakarak, toprağın erozyona uğrayan kayaçlardan oluştuğunu, bu toprak parçacıklarının sularla durmaksızın yıkandığını, dere ve nehirler tarafından uzaklara taşındığını ve başka yerlerde yeniden çökeldiğini görebiliyordu. Böyle bir sürecin doğal sonucu olarak Yerküre'nin iyice aşınıp engebesiz bir düzlük haline gelmesi gerekirdi. Halbuki etraf tepelerle çevriliydi. Başka bir sürecin daha bu çevrimde rol oynadığı çok açıktı: Çevrimi idame ettirmek için yeni tepeler ve dağlar yaratan bir etki, bir nevi yenileme ve yükseltme süreci olmalıydı. Dağ tepelerindeki deniz fosilleri, diye karar kıldı, seller sırasında çökelmemişti, dağlarla birlikte yukarıya yükselmişti. Ayrıca, yeni kayaçları ve kıtaları yaratıp, sıradağları yerden yükselten şeyin Yerküre'nin içindeki ısı olduğu sonucuna da vardı. Bu düşüncenin içerdiği tüm manaların iki yüz yıl boyunca, yani "levha tektoniği" kavramı nihayet benimsenene dek jeologlarca kavranamadığını söylemek çok yanlış olmaz. Her şey bir yana, Hutton'ın kuramları Yerküre'yi şekillendiren süreçlerin akla hayale sığmayacak uzunlukta zaman dilimleri içinde gerçekleştiğini düşündürüyordu. Yerküre 'ye yönelik anlayışımızı kökünden değiştirebilecek sezgiler saklıydı onlarda.

1785'te Hutton, fikirlerini uzun bir yazıya döktü ve bu makale, Edinburgh'daki Royal Society'nin bir dizi toplantısında okundu. Hemen hiç ilgi çekmedi. Bunun sebebini anlamak zor değil. Onun nasıl bir sunum yaptığını şu satırlardan kısmen çıkarabilirsiniz:

Bir vakada, oluşum sebebi ayrılmış olan gövdededir; çünkü, damarı oluşturan yarık, gövde ısıyla harekete geçirildikten sonra, gövdenin uygun

maddesinin tepkimesiyle oluşmuştur. Öteki vakadaysa yine, içinde yarığın oluştuğu gövdeyle ilişkili, dışsal bir sebep vardır. En şiddetlisinden kırılmalar ve yırtılmalar olmuştur; ama sebep yine de aranmalıdır; ve anlaşılan damarda değildir; çünkü maden ya da maden damarlarındaki uygun maddeler dünyamızın katı gövdesinin her kırığında ve fay hareketinde bulunmaz.

Dinleyiciler arasından hemen hiç kimsenin, onun neden bahsetmekte olduğuna dair en ufak bir fikri olmadığını söylememe bilmem gerek var mı? Dostları tarafından kuramını yazıya dökmeye teşvik edilen Hutton, sanat şaheserini hazırlamak için on yıl uğraştı ve kitabı 1795'te iki cilt halinde yayınlandı.

Bu iki ciltlik kitabın sayfa toplamı bini buluyordu ve Hutton'ın en kötümser arkadaşlarının bile korktukları kadar vardı, hatta daha da beterdi. Her şey bir yana, bütün çalışmanın neredeyse yarısını, Fransızca kaynaklardan alınmış ve kitaba orijinal halleriyle, Fransızca olarak geçirilmiş alıntılar oluşturuyordu. Üçüncü bir cildin basımı hiç cazip görünmediği için, Hutton'ın ölümünden bir küsur yüzyıl sonraya, yani 1899'a kadar yayınlanmadı, dördüncü ve son cilt ise hiç basılmadı. Hutton'ın *Theory of the Earth* (Yer Kuramı) adlı bu kitabı, bilim dünyasının en az okunan önemli kitabı olmaya kuvvetle adaydır (ya da en azından, bu kadar çok aday olmasaydı, en az okunanı olduğu söylenebilirdi). Sonraki yüzyılın en büyük jeologu ve her şeyi okuyan bir adam olan Charles Lyell bile, bu kitabın içinden çıkamadığını itiraf etmiştir.

Bereket versin, Hutton'ın John Playfair suretinde bir Boswell'i[6] vardı. Edinburgh Üniversitesi'nde matematik profesörü olan Playfair, Hutton'ın yakın dostuydu ve son derece akıcı metinler yazabilmekle kalmıyor, Hutton'ın ne demeye çalıştığını, onunla birlikte geçirdiği seneler sayesinde çoğu kez isabetle anlayabiliyordu. Playfair 1802'de, Hutton'ın ölümünden beş sene sonra, Hutton'ın ilkelerinin basitleştirilmiş bir açıklamasını üretti. Bu yapıtın adı, *Illustrations of the Huttonian Theory ofEarth* (Hutton'ın Yer Kuramının Açıklanması) idi. Kitap jeolojiyle aktif olarak ilgilenenler tarafından minnetle karşılandı, ki 1802'de çok sayıda jeoloji meraklısı yoktu. Gelgelelim, bu durum değişmek üzereydi. Hem de nasıl...

1807 kışında, Londra’da yaşayan onüç kafadar, Jeoloji Derneği adını alacak bir kulüp oluşturmak üzere Covent Garden’da, Long Acre’daki Freemasons Tavern’da bir araya geldiler. Maksatları, ayda bir buluşup bir iki kadeh Madeira şarabı eşliğinde keyifli bir yemek yiyerek jeolojik fikir alışverişinde bulunmaktı. Entelektüel açıdan yeterince nitelikli olmayan kişilerin gözünü korkutmak için, yemeğin maliyeti kasten yüksek tutulmuş, on beş şilin gibi ağır bir fiyat belirlenmişti. Ama daha esaslı bir kurumsal yapıya ve insanların yeni bulguları paylaşıp tartışmak için buluşabilecekleri daimi bir genel merkeze ihtiyaç duyulduğu çok geçmeden anlaşıldı. On yıldan kısa bir süre içinde, üye sayısı 400’e yükseldi, ama hepsi de hâlâ seçkin kişilerdi elbette. Jeoloji Derneği, ülkenin önde gelen bilim derneği Royal Society’yi gölgede bırakabilecek boyutlara ulaşmıştı artık.

Üyeler kasımdan hazirana kadar ayda iki defa buluşur ve haziranda hemen hepsi yaz aylarını çiftliklerinde geçirmek üzere dağılırlardı. Bunlar madenlere maddi getirisi bakımından ilgi duyan insanlar değildi; çoğu akademisyen bile değildi, hobileriyle az çok profesyonel bir düzeyde ilgilenmelerini sağlayacak kadar servetleri ve zamanları olan kişilerdi. 1830’da, sayıları 745’i bulmuştu ve dünya bunun benzerine bir daha asla tanık olmayacaktı.

Şimdi böyle bir şeyi hayal etmek bile zor, ama jeoloji on dokuzuncu yüzyılda insanları çok heyecanlandırır, adeta büyülerdi. Hiçbir bilim dalı daha evvel bunu başaramamıştı ve bir daha da başaramayacaktı. Roderick Murchison 1839’da *The Silurian System'ı* (Silüriyen Sistem) yayınladığında, grovak diye adlandırılan bir kayaç türünün kalın ve ayrıntılı bir incelemesi olan kitap çıkar çıkmaz çok satanlar arasına girdi. Sekiz gineye satılmasına ve tıpkı Hutton’ın kitapları gibi okunmaz nitelikte olmasına rağmen tam dört baskı yaptı. (Murchison’ın destekçilerinden birinin bile ister istemez kabullendiği gibi, “edebi albeniden tamamen yoksun” bir kitaptı bu.) Keza, büyük jeolog Charles Lyell 1841’de Boston’da bir dizi konferans vermek üzere Amerika’ya gittiğinde de, büyük dinleyici kitleleri onun deniz zeolitlerine ve İtalya’nın Campania bölgesindeki sismik tedirginliklere ilişkin teskin edici açıklamalarını dinlemek için Lowell Enstitüsü’nü her defasında hıncahınç doldurdular.

Modem, düşünen dünyanın dört bir yanında, ama bilhassa Britanya'da, kelli felli bilim adamları kendi tabirleriyle biraz "taş kırıcılığı" yapmak için kırsal bölgelere doğru yola koyuluyorlardı. O zamanlar gayet ciddiye alınan bir işti bu ve onlar da genellikle ciddiyetlerine uygun kılıklarda, silindir şapkalarla, koyu takım elbiselerle gezerlerdi. Gerçi Oxford profesörü Papaz William Buckland buna istisna teşkil ederdi: Onun âdeti saha araştırmalarına akademik cüppesiyle katılmaktı.

Saha araştırmaları pek çok müstesna şahsiyetin ilgisini çekiyordu, ama yukarıda bahsi geçen Murchison'ın onlarla hiç alakası yoktu. Murchison ömrünün ilk otuz küsur senesini at sırtında tilki kovalayarak, uçma özürlü kuşları saçmalı tüfekle vurup darmadağın ederek ve *The Times'ı* okumak ya da iskambil oynamak için gerekenin ötesinde hiçbir zihinsel faaliyet göstermeden geçirmişti. Derken kayaçlara ilgi duyduğunu keşfetti ve oldukça şaşırtıcı bir hızla, jeolojik düşünce âleminin titanı olup çıkıverdi.

Bir de Dr. James Parkinson vardı. Parkinson aynı zamanda sosyalizmin ilk yandaşlarından biriydi ve "Kansız Devrim" gibi başlıklar taşıyan kışkırtıcı kitapçıklardan pek çoğunun yazarıydı. 1794'te "Pop-gun Plot" diye anılan tam tımarhanelik bir komploya adı karıştı. Söz konusu komplocular Kral III. George'u tiyatrodaki locasında otururken zehirli bir okla ensesinden vurmayı planlamışlardı. Parkinson sorgulanmak üzere Devlet Danışma Kumlu'nun huzuruna çıkarıldı ve az kalsın zincire vurulup Avustralya'ya gönderilecekken, hakkındaki suçlamalardan sessizce vazgeçildi. Bu olaydan sonra hayata daha muhafazakâr bir anlayışla yaklaşan Parkinson, jeolojiye merak sardı ve Jeoloji Demeği'nin kurucu üyelerinden biri oldu. Jeolojinin önemli bir metni olan ve yarım yüzyıl boyu raflardan hiç inmeyen *Organic Remains of a Former World* (Daha Eski Bir Dünyanın Organik Kalıntıları) adlı kitabım yazdı. Bir daha asla başını derde sokmadı. Gerçi biz bugün onu, o zamanlar "titremeli felç" diye anılan, ama o gün bugündür Parkinson hastalığı olarak bilinen rahatsızlık konusunda yaptığı çığır açan çalışmalarla hatırlıyoruz. (Parkinson'ın haklı bir şöhret sebebi daha vardı: l 785'te, bir piyangodan Doğa Tarihi Müzesi kazanan belki de tek kişi olarak tarihe geçti. Londra'nın Leicester Meydam'ndaki müze, doğa harikaları koleksiyonculuğunu dizginleyemediği için kendini iflasa sürükleyen Sir Ashton Lever tarafından kurulmuştu. Parkinson

1805’e kadar elinde tuttuğu müzenin giderlerini daha fazla karşılayamayacak hale gelince koleksiyonu dağıtıp sattı.)

Bu kişiler arasında, karakter itibariyle pek çarpıcı olmasa da, hepsinden daha etkili olanı, Charles Lyell’dı. Lyell, Hutton’ın öldüğü sene, ondan yalnızca 113 kilometre ötedeki Kinnordy’de doğdu. Doğuştan Iskoç olduğu halde, Ingiltere’nin en güneyinde, Hampshire’ın New Forest bölgesinde büyüdü, çünkü annesi İskoçların sorumsuz ayyaşlar olduklarına kendini inandırmıştı. On dokuzuncu yüzyılda yaşamış seçkin bilim adamlarının çoğu gibi Lyell da maddi konfor ve entelektüel faaliyet açısından zengin bir ortamda yetişti. Kendisiyle aynı adı taşıyan babası Charles’ın alışılmadık bir ünü vardı: Şair Dante konusunda ve karayosunları konusunda ileri gelen otoritelerden biriydi. (Yolu Ingiliz kırlarına düşen herkesin mutlaka gözüne çarpacak bir tür olan *Orthotricium lyelli*’ye onun adı verilmiştir.) Lyell doğa tarihine olan merakım babasından almıştı, ama genç Lyell’ın ömür boyu sürecek olan jeoloji tutkusu Oxford’da, Papaz William Buckland’ın (saha araştırmalarına cüppeyle katılan adamın) büyüsüne kapıldığı zaman başladı.

Papaz Buckland’ın sevimli bir antikalığı vardı. Oldukça önemli birtakım başarılara imza atmış olmasına rağmen bugün onu başarılarıyla olduğu kadar acayiplikleriyle de hatırlarız. Bilhassa, vahşi hayvanlar koleksiyonuyla nam salmıştı. Bazıları oldukça iri ve tehlikeli olan bu hayvanların, evinde ve bahçesinde serbestçe dolaşmasına izin verirdi. Bir de yaratılmış her hayvanın tadına bakma arzusuyla ünlüydü. Buckland’ın evine gelen konuklara, fırında pişmiş hintdomuzu, fareli börek, kızarmış kirpi ya da haşlanmış Güneydoğu Asya deniz salyangozu ikram edilmesi mümkündü. Buckland, iğrenç bulduğunu söylediği köstebek hariç her hayvandan tat alabilirdi. Neredeyse kaçınılmaz olarak, koprolit (fosilleşmiş dışkı) konusunun başlıca otoritelerinden biri haline gelmişti ve topladığı dışkı örneklerini özel bir masa üzerinde sergilerdi.

Ciddi bilimsel araştırmalar sırasında bile genellikle acayip davranışlar gösterirdi. Bir defasında Bayan Buckland’ı gece yarısı sarsarak uyandırmış ve ona heyecanla şöyle bağırmıştı: “Sevgilim, bence *Cheirotherium'un* ayak izleri hiç kuşkusuz tosbağanınkilere benziyor.” Yataktan çıkıp alelacele mutfağa koşmuşlardı. Papaz Buckland evlerindeki kaplumbağayı getirmeye giderken, Bayan Buckland hamur yoğurup masaya yaymıştı. Kaplumbağayı

hamurun üstüne koymuşlar, dürtükleye dürtükleye yürütmüşler ve ayak izlerinin sahiden de Buckland'ın incelemekte olduğu fosilinkilerle aynı olduğunu sevinçle keşfetmişlerdi. Charles Darwin, Buckland'ın bir soytarı olduğu kanaatindeydi. Kullandığı sözcük aynen buydu. Halbuki Lyell, kişiliğini etkileyici bulduğundan olsa gerek, 1824'te birlikte Iskoçya turuna çıkacak kadar sevmişti onu. Lyell'ın hukuk kariyerini yarım bırakıp bütün zamanını jeolojiye adamaya karar verişi, bu geziden kısa süre sonraya rastlar.

Lyell aşın miyoptu ve neredeyse bütün hayatını, gözlerini kısmaktan kaynaklanan baş ağrılan çekerek geçirdi. Bu mimik ona endişeli bir hava da veriyordu. (Sonunda görme duyusunu tamamen kaybedecekti.) Garip bir diğer huyu da, düşüncelerine odaklanmayı başaramadığı zaman eşyalar üzerinde akıl almaz pozisyonlara girmesiydi: iki koltuğa birden uzanmak ya da (dostu Darwin'in sözleriyle) "başını koltuğun minderine yaslayıp ayağa kalkmaya çalışmak" gibi. Düşüncelere daldığındaysa oturduğu koltukta öyle aşağılara kayardı ki, kaba etleri neredeyse yere değerdi. Lyell 'ın hayattaki yegâne gerçek işi, Londra'daki King' s College'da 1831'den 1833 'e değin sürdürdüğü jeoloji profesörlüğü oldu. *The Principles of Geology* (Jeolojinin ilkeleri) adlı yapıtını da bu dönemde üretti. 1830'la 1833 yıllan arasında üç cilt halinde yayınlanan kitap, ilk kez bir kuşak önce Hutton tarafından dile getirilmiş olan düşünceleri pek çok açıdan pekiştiriyor ve ayrıntılandırıyordu. (Gerçi Lyell, Hutton'ı hiç orijinalinden okumamıştı, Playfair'in açıklamalı versiyonunun iştahlı bir talebesiydi.)

Hutton'ın yaşadığı dönemle Lyell'ınki arasında, Neptüncü-Plütoncu çekişmesinin yerini büyük ölçüde alan, ama çoğu zaman bu eski ihtilafla karıştırılan yeni bir jeolojik tartışma konusu gündeme geldi. Yeni savaş, tümyıkımcılık (katastrofizm) ile tekdüzecilik (üniformitaryanizm) arasında bir kavgaya dönüştü. Çok uzun süren önemli bir bilimsel tartışmaya yakışmayan, sevimsiz terimlerdir bunlar. Tümyıkımcılar, adlarından da anlaşılacağı üzere, Yerküre'nin beklenmedik afetler, öncelikle de seller tarafından şekillendirildiğine inanıyorlardı; tümyıkımcılık ile Neptüncülüğün çoğu kez haksız yere aynı kefeye konulmasının sebebi budur. Tümyıkımcılık, Buckland gibi din adamları için özellikle avutucuydu, çünkü Kutsal Kitap'ta anlatılan Nuh tufanının ciddi bilimsel tartışmalara dahil edilmesini mümkün kılıyordu. Tekdüzeciler ise tam

tersine, Yerküre'deki değişimlerin kademeli bir gelişim gösterdiğine ve hemen her Yerküre sürecinin muazzam zaman dilimleri içinde, yavaş yavaş oluştuğuna inanıyorlardı. Bu fikrin babası, Lyell'dan ziyade Hutton'dı, ama Lyell, ekseriyetin okuduğu yazar olduğu için, o zaman olduğu gibi şimdi de çoğu insanın zihninde modem jeolojik düşüncenin babası olarak yer etti.

Lyell, Yerküre'deki değişimlerin tekdüze ve istikrarlı olduğuna, dolayısıyla geçmişte meydana gelmiş her şeyin bugün hâlâ süregelen olaylarla açıklanabileceğine inanıyordu. Lyell ile yandaşları tümyıkımcılığı ciddiye almamakla kalmıyor, ondan nefret ediyorlardı. Tümyıkımcıların inancına göre nesil tükenişleri, hayvanları yeryüzünden tekrar tekrar silen ve yerlerine yeni hayvanlar koyarak devam eden bir döngünün parçasıydı. Doğabilimci T. H. Huxley'nin "bitiminde oyuncuların masadaki kâğıtları çöpe atıp yeni bir deste getirttikleri bir dizi iskambil oyununa" benzeterek alaya aldığı bir inançtı bu. Bilinmeyeni açıklamanın aşırı kolaycı bir yoluydu. "Üşengeçliği teşvik edip merakın keskin gücünü köreltmek için bundan daha iyi hesaplanmış bir dogma daha yoktur," diye burun bükerdi Lyell.

Lyell'ın gafletleri de göz ardı edilebilir cinsten değildi. Sıradağların nasıl oluştuğuna açıklama getirememiş, buzulların dönüştürücü etkisini hafife almıştı. Louis Agassiz'nin buzul çağları fikrini kabul etmeye yanaşmamış, bu fikri "kürenin donması" gibi baştan savma bir yorumla geçiştirmiş ve memelilerin "en eski fosil yataklarında bile bulunduğundan" çok emin olmuştu. Hayvan ve bitki nesillerinin aniden tükenebildiği görüşünü reddetmiş ve memeliler, sürüngenler, balıklar gibi tüm önemli hayvan gruplarının ezelden beri bir arada var olduklarına inanmıştı. Bütün bu inançları sonunda yanlış çıkacaktı.

Yine de, Lyell'ın etkisini abartmak neredeyse imkânsızdır. Lyell'ın ömrü boyunca on iki baskı yapan *The Principles of Geology,* jeolojik düşünceyi yirminci yüzyıl ortalarına dek şekillendiren mefhumlar içeriyordu. Darwin kitabın ilk baskısını *Beagle* gezisine çıkarken yanına almış ve sonradan şöyle yazmıştı: *"Principles'ın* en imrenilecek yanı, insan aklına yepyeni bir yön vermesi ve dolayısıyla, Lyell'ın hiç görmediği bir şeyi gören birine bile, bu şeyi kısmen onun gözleriyle gördürmesiydi." Kısacası, aynı nesilden pek çok kişi gibi Darwin de, onu gözünde adeta

ilahlaştırmıştı. 1980'lerde, "nesil tükenişlerine sebep olan göktaşı" kuramına yer açmak için Lyell'ın ilkelerinden kısmen de olsa ayrılmak zorunda kalan jeologların başlarına gelenler, onun güçlü etkisinin kanıtıdır. Ama o hikâye başka bir bölümün konusu.

Bu arada, jeologlarca düzene sokulması gereken çok şey vardı ve her şey yolunda gitmiyordu. Başlangıçta jeologlar kayaçları oluştukları dönemlere göre kategorize etmeyi denediler, ama sınır çizgilerini nerelere çekmeleri gerektiği konusunda sık sık yaşadıkları uzlaşmazlıkların, Büyük Devoniyen Ihtilafı diye bilinen uzun süreli tartışmadan geri kalır yanı yoktu. Büyük Devoniyen ihtilafı, Cambridge'den Rahip Adam Sedgwick'in bir iddiası üzerine gündeme gelmişti: Sedgwick, Roderick Murchison'ın mutlaka Silüriyen Dönem'de oluştuğuna inandığı bir kayaç katmanının Kambriyen Dönem'e ait olduğunu ileri sürüyordu. Bu ateşli tartışma, giderek şiddetlenerek yıllarca devam etti. "De la Beche[7] pis bir köpektir," diye yazdı Murchison tipik galeyanlarından birinde.

Martin J. S. Rudwick'in söz konusu ihtilafı konu alan kusursuz yapıtı *The*

Great Devonian Controversy'nin (Büyük Devoniyen ihtilafı) bölüm başlıklarına göz atıldığında, bu hissiyatın gücü biraz olsun algılanabilir. Başlıklar, "Centilmence Tartışma Arenaları" ve "Grovak Bilmecesinin Çözümü" gibi kendi halinde başlıklarla başlayıp, "Savunulan ve Saldırılan Grovak," "Sitem ve Suçlamalar," "Çirkin Söylentilerin Yayılışı," "Dalaletini Reddedenler," "Onun Yerine Bir Taşralıyı Koymak" ve (şayet bunun bir savaş olduğundan şüphesi kalan varsa diye) "Murchison, Ren Vadisi Seferini Başlatıyor" gibi başlıklarla devam eder. Kavga nihayet 1879'da, Silüriyen Dönem'le Kambriyen Dönem arasına yeni bir dönemin, Ordovisyen Dönem'in eklenmesiyle bir çırpıda sona erdi.

Arkeolojinin erken dönemlerinde en çok etkinlik gösteren bilim adamları Britanya'dan çıktığı için, jeoloji terminolojisine Ingiliz adları hükmeder. *Devoniyen*, elbette Ingiliz ili Devon'dan türemiştir. *Kambriyen*, Galler'in Latince'deki adından gelir. *Ordovisyen* ve *Silüriyen* ise eski Gal kabileleri Ordovislere ve Silürlere dayanır. Amajeolojik araştırmaların başka yerlerde de etkinlik kazanmasıyla birlikte, bu terminolojiye dünyanın dört bir yanından adlar girmeye başlamıştır. *Jura* Dönemi, adını Fransa-

İsviçre sınırındaki Jura Dağları’ndan alır. *Permiyen,* Ural Dağları’ndaki Perm bölgesine atıfta bulunur. “Tebeşir” anlamındaki Latince bir kökten türeyen *Kretase* teriminiyse, J. J. d’Omalius d’Halloy gibi şen şakrak bir adı olan Belçikalı bir jeologa borçluyuz.

Başlangıçta “jeolojik tarih” dört zaman dilimine bölünürdü: birinci, ikinci, tersiyer (üçüncü) ve kuvatemer (dördüncü). Bu sistem kalıcı olamayacak kadar yalındı ve çok geçmeden jeologlar bazı kısımları eleyip yenilerini eklemeye başladılar. Birinci ve ikinci dönemler kullanımdan tamamen kalkarken, dördüncüsü kimilerince bertaraf edilip, kimilerince korundu. Günümüzde bunlardan yalnızca üçüncüsü, belirleyici bir terim olarak genel anlamda kabul görür, ama artık hiçbir şeyin üçüncü dönemini temsil etmemektedir.

Lyell, *Principles'da,* dinozorlar çağından bu yana geçen süreyi kapsamak için, bölümler ya da diziler diye bilinen ek birimler önerdi. Bunlar arasında Pleistosen (“en yakın”), Pliyosen (“daha yakın”), Miyosen (“az çok yakın”) ve oldukça sevimli bir muğlaklığa sahip Oligosen (“belki bir nebze yakın”) vardı. Önceleri son ek olarak “senkron” terimini kullanmaya meyleden Lyell, Miyosenkron ve Pliyo-senkron gibi çıtır çıtır terimler üretiyordu. Nüfuzlu ve saygın bir adam olan William Whewell, etimolojik gerekçelerle bu yönteme itiraz etti ve “-senkron” yerine “-eous” modelini önererek, Meioneous ve Pleioneous gibi terimler üretti. Söz konusu terimlerdeki “-sen” son ekine işte buna benzer tavizler neticesinde varıldı.

Şimdilerdeyse “jeolojik tarih” genellikle dört büyük zamana ayrılır: Prekambriyen (Kambriyen Öncesi), Paleozoik (“eski hayat” anlamındaki Yunanca sözcükten), Mezozoik (“orta hayat”) ve Senozoik (“yeni hayat”). Bu dört zaman da kendi içlerinde, genellikle dönemler diye adlandırılan, ama bazen sistemler diye de bilinen ve sayısı on iki ila yirmi arasında değişen altgruplara bölünür. Bunlardan çoğu mâlum sebeplerden dolayı gayet iyi bilinmektedir: Kretase, Jura, Trias, Silüriyen, vb.[8]

Sonra Lyell’ın bölümleri gelir: Pliyosen, Miyosen, vb. Bunlar sadece en yakın (ama paleontolojik açıdan yoğun) altmış beş milyon yıl için geçerlidir. Ve son olarak, katlar ya da çağlar diye bilinen ve adlarını Illinois, Des Moines, Croix, Kimmeridge gibi çeşitli yerlerden alan daha küçük

altbölümler vardır. Hepsi birden, John McPhee'ye göre, "onlarca düzine" tutar. Neyse ki, kariyer olarak jeolojiyi seçmediğiniz takdirde, onlardan herhangi birini tekrar duyma şansınız çok zayıftır.

Kuzey Amerika'daki kat ya da çağların Avrupa'daki katlardan farklı adlarla anılması ve çoğunun zaman içinde ancak takriben çakışması, konuyu daha da kafa karıştırıcı hale getirir. Örneğin, Kuzey Amerika'daki Cincinnati katı büyük ölçüde Avrupa'daki Ashgill katına ve küçük ölçüde biraz daha önceki Caradoc katına tekabül eder.

Ayrıca, tüm bunlar kitaptan kitaba ve kişiden kişiye değişir, dolayısıyla kimi otoriteler yedi yeni bölüm tanımlarken, kimileri dört bölümle yetinir. Bazı kitaplarda da, tersiyer (üçüncü) ve kuvatemer (dördüncü) dönemlerin çıkarılıp, yerlerine Paleojen ve Neojen denilen, farklı uzunluklarda dönemlerin geçirildiğini görürsünüz. Prekambriyen Zaman'ı iki devre ayıranlar vardır: çok eski Arkeyan Devir ve daha yakın Proterozoik Devir. Bazen, Senozoik, Mezozoik ve Paleozoik zamanları içine alan zaman dilimini tanımlamak için Fanerozoik Üstzaman teriminin kullanıldığı da olur.

Dahası, bütün bunlar yalnızca zaman birimleri için geçerlidir. Kayaçlar kendi içlerinde, sistemler, diziler ve katlar olarak bilinen oldukça farklı birimlere ayrılmıştır. Geç ve erken (zaman açısından), üst ve alt (kayaç katmanları açısından) birimler arasında da farklılık vardır. Bu konularda uzman olmayanlar için her şey son derece kafa karıştırıcı bir hal alabilir, ama bir jeologsanız onlara tutkuyla bağlanmanız mümkündür. Ingiliz paleontolog (fosilbilimci) Richard Fortey, yirminci yüzyılın yılan hikâyesine dönen bir tartışmasına (Kambriyen ve Ordovisyen dönemler arasındaki sınırın nerede yattığı konusundaki uyuşmazlığa) dikkat çekerken, "Kellifelli adamların, yaşam tarihindeki bu mecazi milisaniye yüzünden küplere binip akkor gibi parladıklarına tanık oldum," diye yazmıştır.

Bugün en azından masaya sofistike birtakım tarihlendirme teknikleri getirebiliyoruz. On dokuzuncu yüzyılda jeologların umutla tahmin yürütmekten öte hiçbir girişimde bulunamadıkları söylenebilir. O zamanki jeologların en büyük hüsranı, çeşitli kayaç ve fosilleri yaş sırasına sokabilmelerine rağmen bu yaşları spesifik olarak belirleyememeleriydi. Buckland, *Ichthyosaurus* iskeletinin yaşı konusunda fikir beyan ettiği

zaman, bu hayvanın “on bin yıl öncesi ile on bin çarpı on bin yılı aşkın bir süre öncesi” arasında kalan bir zamanda yaşamış olduğunu önermekten daha iyisi gelemezdi elinden.

Dönemleri tarihlendirmenin hiçbir güvenilir yolu bulunmadığı halde, bunu denemek isteyenlerin ardı arkası kesilmiyordu. Bu yoldaki ilk girişimlerin en iyi bilineni 1650 yılında gerçekleşmişti. İrlanda Kilisesi’nden Başpiskopos James Ussher, Kutsal Kitap’ı diğer tarihi kaynaklarla birlikte dikkatle incelemiş ve vardığı sonucu *Annals of the Old Testament* (Eski Ahit’in Zamandizini) başlığını taşıyan cesametli kitabına aktarmıştı: Yerküre, 1.ö. 23 Ekim 4004’te öğlen vakti yaratılmıştı. Tarihçileri ve kitap yazarlarını o gün bugündür pek eğlendirmiş bir iddiadır bu.[9]

Bu arada, doğruluğu birçok ciddi kitapta ısrarla savunulan bir inanca göre, Ussher’ın görüşleri on dokuzuncu yüzyıl başlarına kadar bilimsel inançlara hükmetmiş ve herkesi hizaya getiren kişi Lyell olmuştur. Stephen Jay Gould, *Time ’s Arrow*'da (Zaman Oku), 1980’lerin popüler bir kitabından aldığı şu cümleyi tipik bir örnek olarak gösterir: “Lyell kitabını yayımlatana dek, bu konuya kafa yoran çoğu insan yerkürenin genç olduğu fikrini kabul ediyordu.” Ama işin aslı bu değildir. Martin J. S. Rudwick’in dediği gibi, “Milliyeti ne olursa olsun, çalışmaları diğer jeologlarca ciddiye alınmış hiçbir jeolog, Tekvin Kitabı’nın harfiyen tefsirine dayalı bir zaman ölçeğini savunmamıştır.” On dokuzuncu yüzyılın ürettiği en sofu insanlardan biri olan Papaz Buckland bile, Kutsal Kitap’ın hiçbir yerinde Tanrı’nın yeri ve göğü ilk gün yarattığı izleniminin uyandınlmadığına, yalnızca “başlangıçta” sözünün kullanıldığına dikkat çekmişti. Bu başlangıç, Buckland’ın düşüncesine göre, “milyonlarca ve milyonlarca yıl” sürmüş olabilirdi. Yerküre’nin çok yaşlı olduğu konusunda herkes hemfikirdi. Sorun, ne kadar yaşlı olduğuydu.

Gezegeni tarihlendirmekte daha başarılı olan girişimlerin ilklerinden biri, her derde deva Edmond Halley’den geldi. Halley 1715’ te, dünya denizlerindeki toplam tuz miktarının her yıl ilave olan tuz miktarına bölünmesiyle elde edilecek sayının okyanusların kaç yıldır var olduğunu ortaya koyacağını ve bunun da Yerküre’nin yaşı hakkında kabaca fikir vereceğini ileri sürdü. Mantık çok cazipti, ama maalesef ne denizde ne

kadar tuz olduğunu, ne de tuzun her yıl ne kadar arttığını bilen vardı ve bu da deneyi uygulanamaz kılıyordu.

Uzaktan yakından bilimsel sayılabilecek ilk ölçüm girişimi, Fransız doğabilimci Buffon (Kontu) Georges-Louis Leclerc tarafından 1770'lerde gerçekleştirildi. Yerküre'nin hatırı sayılır miktarlarda ısı yaydığı uzun zamandır bilinmekteydi. Bu durum bir kömür madenine inen herkesin mâlumuydu. Ama ısının hangi hızla kaybolduğunu ölçmenin herhangi bir yolu yoktu. Buffon'un deneyi, akkorlaşana dek ısıtılmış küreleri soğumaya bırakmaktan ve küreler soğudukça onlara dokunarak (herhalde başlangıçta çok hafif dokunarak!) ısı kaybının hızını ölçmekten ibaretti. Buffon bu ölçümden yola çıkarak Yerküre'nin yaşının 75.000 ila 168.000 yıl olduğunu tahmin etti. Bu elbette son derece eksik bir tahmindi, ama yine de radikal bir görüştü ve Buffon bu görüşü dile getirdiği için aforoz edilme tehdidiyle karşı karşıya kaldı. Aklı başında bir adam olan Buffon, düşünmeden konuştuğu ve dinsel öğretiye aykırı düştüğü için derhal özür diledi. Gelgelelim, sonraki yazılarında iddialarını vurdumduymazca tekrarladı.

On dokuzuncu yüzyıl ortalarına gelindiğinde, çoğu bilgili insan Yerküre'nin en az birkaç milyon yıllık, hatta belki on milyonlarca yıllık olduğunu düşünüyor, ama bundan fazlasına ihtimal vermiyordu. Dolayısıyla Charles Darwin'in 1859'da *On the Origin ofSpecies* (Türlerin Kökeni Üzerine) adlı yapıtında açıkladığı sonuç büyük şaşkınlık yarattı. Ingiltere'nin güneyinde Kent, Surrey ve Sussex boyunca uzanan Weald bölgesini yaratan jeolojik süreçlerin tamamlanması, Darwin'in hesaplarına göre 306.662.400 yıl almıştı. Iddianın çok fazla göze batınasının sebebi, sansasyonel spesifikliğinden çok[10], Yerküre'nin yaşı konusunda genel kabul gören anlayışa ters düşmesinden kaynaklanıyordu. Bu iddia öyle büyük bir ihtilaf yarattı ki, Darwin onu kitabının üçüncü baskısından çıkarmaya mecbur oldu. Ama iddianın can damarındaki sorun baki kaldı. Yerküre'nin yaşlı olmasına Darwin'in ve jeolog arkadaşlarının ihtiyacı vardı, ama kimse bunu kanıtlamanın bir yolunu bulamıyordu.

Meselenin büyük âlim Lord Kelvin'in dikkatini çekmesi, ne Darwin açısından ne de bilimsel ilerleme açısından hayırlı oldu. (Kelvin, büyüklüğüne şüphe olmasa da, o zamanlar henüz sadece William Thomson'dı; altmış sekiz yaşına gelip kariyerinin sonuna yaklaştığı

1892'ye kadar lordluğa yükseleceği yoktu, ama hazır yeri gelmişken, unvanları geriye dönük olarak kullanma geleneğinden burada yararlanacağım.) Kelvin on dokuzuncu yüzyılın, hatta her yüzyılın en olağanüstü şahsiyetlerinden biriydi. Entelektüel açıdan Kelvin'den hiç de geri kalmayan Alman bilim adamı Hermann von Helmholtz, tanıdığı insanlar arasında en üstün "zekâya, aklıselime ve düşünce esnekliğine" sahip olan kişinin Kelvin olduğunu yazmıştı. "Onun yanında bazen kendimi epey alık hissederdim," diye de eklemişti, biraz mahzun bir ifadeyle.

Bu hassasiyet anlayışla karşılanabilir, çünkü Kelvin gerçekten de Viktorya döneminin bir nevi süpermeniydi. 1824'te Kraliyet Belfast Akademik Enstitüsü'nde ders veren ve kısa süre sonra Glasgow'a transfer olan bir matematik profesörünün oğlu olarak dünyaya geldi. Glasgow'da Kelvin öyle ayrıcalıklı bir harika çocuk olduğunu kanıtladı ki, 10 gibi gencecik bir yaşta Glasgow Üniversitesi'ne kabul edildi. Yirmili yaşlarına girdiğinde, Londra ve Paris'teki kurumlarda öğrenim görmüş, Cambridge'den (kürekçilik ve matematik dallarında en yüksek ödülleri kazanarak ve her nasılsa bir müzik kulübü kurmaya da vakit bularak) mezun olmuş, Peterhouse üyeliğine seçilmişti. Kuramsal ve uygulamalı matematik alanlarında (Fransızca ve İngilizce olarak) öyle göz kamaştırıcı özgünlükte makaleler yazdı ki, hocalarını mahcup etmemek için onları imzasız yayınlamak zorunda kaldı. Yirmi iki yaşındayken Glasgow Üniversitesi'ne dönüp, doğa felsefesi kürsüsünün profesörlüğüne atandı. Bu pozisyonu elli üç sene terk etmeyecekti.

1907'ye, yani seksen üçüne kadar yaşayan Kelvin, uzun kariyeri süresince 661 makale yazdı, 69 patent biriktirdi (bunlar sayesinde hayli zengin oldu) ve fiziksel bilimlerin hemen her dalında nam saldı. Dondurucuların icadını mümkün kılan yöntemi önerdi, hâlâ adını taşıyan mutlak sıcaklık ölçeğini icat etti, okyanus ötesine telgraf çekilmesini sağlayan gelişmiş aygıtlar tasarladı. Bildiğimiz gemici pusulasının icadından tutun, ilk derinlikölçerin (iskandilin) yaratımına kadar, gemi taşımacılığının ve deniz yolculuğunun gelişimine sayısız katkıda bulundu. Ve bunlar sadece pratikteki başarılarıydı.

Elektromanyetizma ve termodinamik alanlarındaki kuramsal çalışmaları ve ışığın dalga kuramı da aynı derecede devrimseldi.[11] Kelvin'in aslında tek

bir kusuru vardı, o da Yerküre’nin yaşını doğru hesaplayamamasıydı. Kariyerinin ikinci yarısının büyük kısmını bu meseleyle uğraşmaya adadı, ama doğru sonuca ucundan kıyısından yaklaşamadı. 1862’de *Macmillan ’s* adlı popüler bir dergide yayınlanan makalesi bu konudaki ilk girişimi oldu. Makalede Yerküre’nin 98 milyon yıllık olduğunu ileri sürüyor, ama ihtiyatla açık kapı bırakarak bu rakamın 20 milyon yıl kadar düşük, 400 milyon yıl kadar yüksek de olabileceğini ekliyordu. “Bizim için şimdilik bilinmez olan gerçeklerin, kâinatın yüce enginliğinde keşfedilmeyi bekliyor olması halinde” hesaplarının yanlış çıkabileceğini olağanüstü bir sağgörüyle kabul ediyordu. Ama buna pek ihtimal vermediği her halinden belliydi.

Kelvin iddialarını zamanla daha net sınırlara çekti, ama bunu yaparken doğru rakamlardan giderek uzaklaştı. Tahminlerini sürekli gözden geçirip düzeltiyordu: Yerküre’nin yaşını maksimum 400 milyon yıldan 100 milyon yıla, 50 milyon yıla ve nihayet 1897’de, yalnızca 24 milyon yıla indirdi. Kelvin’in herhangi bir kastı yoktu. Kararlarındaki değişkenliğin tek sebebi, Güneş büyüklüğünde bir cismin en fazla birkaç on milyon yıldan uzun bir süre boyunca, yakıtını tüketmeden, durmaksızın nasıl yanabileceğini açıklayabilecek hiçbir kanunun fizik biliminde yer almayışıydı. Dolayısıyla Güneş de, etrafında dolanan gezegenler de, göreceli ama kaçınılmaz olarak, genç olmalıydı.

Gelgelelim, fosil kanıtlarının hemen hepsi bu kanıyla çelişiyordu. Derken on dokuzuncu yüzyılda aniden, *çok fazla* fosil kanıtı ortaya çıktı.

1

Seçtikleriyöntem, yani üçgenleme, şu geometrik olguyu temel alan popüler bir teknikti: Bir üçgenin bir kenarının uzunluğunu ve iki köşesinin açılarını bilirseniz, tüm diğer boyutlarını oturduğunuz yerden hesaplayabilirsiniz. Diyelim ki, siz ve ben, Ay’ın Yerküre'ye uzaklığını öğrenmek istediğimize karar verdik. Üçgenleme yöntemini kullanacak olursak, yapmamız gereken ilk iş aramıza biraz mesafe koymaktır. Yine diyelim ki siz Paris’te kalıyorsunuz, ben de Moskova’ya gidiyorum ve ikimiz de aynı anda Ay’a bakıyoruz. Şimdi, eğer bu tatbikatın üç esas noktasını, yani sizi, beni ve Ay’ı birleştiren bir çizgi hayal ederseniz, ortaya bir üçgen çıkar. Sizinle benim aramdaki taban çizgisini ve iki köşemizin açılarını ölçtüğünüz takdirde geri kalanını kolayca hesaplayabilirsiniz. (Bir

üçgenin iç açılan toplamı her zaman 180 derece olduğundan, iki açının toplamını bildiğiniz takdirde üçüncüsünü hemen bulabilirsiniz; üçgenin kesin şekli ve kenarlarından birinin uzunluğu da, size öbür kenarların uzunluklarını verir.) Bu aslında Yunanlı astronom lznik'li Hipparkhos tarafından I.Ö. 150'de Ay'ın Yerküre’ye uzaklığını hesaplamak için kullanılmış bir yöntemdi. Yer düzeyinde de, üçgenleme ilkeleri tek farkla aynıdır: Üçgenler uzaya doğru uzanacaklarına, bir harita üzerinde yan yana dizilirler. Bir meridyen derecesini ölçerken, araştırmacıların arazi boyunca uzanan bir nevi üçgenler zinciri yaratmaları gerekir.

2

Dönme hızınız dünyanın neresinde bulunduğunuza bağlıdır. Yerküre’nin dönme hızı, ekvatorda saatte 1.600 kilometrenin biraz üstündeyken, kutuplarda sıfıra iner. Londra'da bu hız, saatte 998 kilometredir.

3

Bundan sonraki ilk geçiş 8 Haziran 2004’te olmuştur, İkincisiyse 2012’de olacaktır. Yirminci yüzyılda hiç olmamıştır.

4

1781 'de Herschel, modem çağın bir gezegen keşfeden ilk astronomu oldu. Bu gezegene Büyük Britanya hükümdarı George’un adını vermek istedi, ama önerisi reddedildi. Gezegene Uranüs adı verildi.

5

Fizikçiler için, kütle ve ağırlık birbirinden oldukça farklı şeylerdir. Kütleniz, siz nereye giderseniz gidin aynı kalır; ağırlığınızsa, büyük kütleli bir diğer cismin, mesela bir gezegenin merkezinden ne kadar uzakta olduğunuza bağlı olarak değişir. Ay’a gidecek olursanız, ağırlığınız azalacak, ama kütleniz aynı kalacaktır. Yerküre üzerindeyse, kütle ve ağırlık pratikte aynıdır, dolayısıyla bu terimler, en azından akademik ortamlar dışında, eşanlamlı kabul edilebilir.

6

James Boswell: 18. yüzyılın ünlü sözlükbilimci ve yazarlarından Samuel Johnson’ın yakın dostu ve yaşamöyküsünün yazan. (ç.n.)

7

Sir Henry Thomas De La Beche. Büyük Britanya Jeolojik Araştırma Kurumu'nu kuranjeolog. (ç.n.)

8

Sizi bu konuda sınava tabi tutan olmayacak, ama şayet bir gün onlan ezberlemeniz gerekirse, John Wilford'un şu yararlı öğüdünü hatırlamak isteyebilirsiniz: Zamanları (Prekambriyen, Paleozoik, Mezozoik ve Senozoik) yılın mevsimleri gibi, dönemleri de (Permiyen, Trias, Jura, vb.) mevsimlerin ayları gibi düşünün.

9

Hemen her kitap ona yer ayırsa da, Ussher'a ilişkin ayrıntılarda çarpıcı farklılıklar vardır. Yerküre'nin yaşı hakkındaki hükmünü bildirdiği tarih, bazı kitaplarda 1650, bazılarında 1654, bazılarında da 1664 olarak verilir. Kimi kaynaklarda, Yerküre'nin yaratıldığı farz olunan tarih 26 Ekim diye geçer. En az bir meşhur kitapta adı "Usher" olarak yazılır. Bu durum, Stephen Jay Gould'un *Eight Little Piggies* (Sekiz Küçük Domuzcuk) adlı yapıtında ilginç bir incelemeye alınmıştır.

10

Darwin kesin sayılara bayılırdı. Sonraki yapıtlarından birinde, İngiliz taşra toprağının ortalama bir İngiliz dönümünde (4047 metrekare) bulunan solucan sayısının 53.767 olduğunu açıkladı.

11

Termodinamiğin İkinci Yasası'na olan katkıları bilhassa önemlidir. Bu yasalan irdelemek için başlı başına bir kitap yazmak gerekir, ama ben sırf size biraz fikir vermek için burada kimyacı P. W. Atkins'in şu basit özetini aktaracağım: "Dört Yasa vardır: Sıfınncı, Birinci, İkinci ve Üçüncü. Bunlardan ilk tasdik edileni üçüncü sırada yer alan İkinci Yasa olmuştur; yasalardan ilki olan Sıfınncı Yasa en son, Birinci Yasa ise ikinci formüle edilendir; Üçüncü Yasa diğerleriyle aynı anlamda yasa bile sayılmaz." Özetle, İkinci Yasa her zaman biraz enerjinin israf edildiğini söyler. Hiçbir aygıt sürekli hareket halinde olamaz, çünkü ne kadar etkili olursa olsun mutlaka enerji kaybedecek ve sonunda boşalacaktır. Birinci Yasa enerji

yaratmanın mümkün olmadığını, Üçüncü Yasa ise sıcaklıkları mutlak sıfıra indiremeyeceğinizi söyler; her zaman bir miktar artık sıcaklık kalacaktır. Dennis Overbye’ın vurguladığı gibi, üç ana yasaya kimi zaman şu şaka yollu ifadeyle değinilir: (1) kazanamazsın, (2) mutlaka zarar edersin ve (3) oyundan çıkamazsın.

6

ELLERİ KANLI BİLİM

1787'de New Jersey'de, adamın biri (görünüşe bakılırsa şimdi tamamen unutulmuş biri) Woodbury Creek denilen yerdeki akarsu kıyısında yüzeye vurmuş kocaman bir uyluk kemiği buldu. Kemiğin halen hayatta olan hiçbir yaratık türüne ait olmadığı besbelliydi, en azından New Jersey'de böylesine hiç rastlanmamıştı. Hakkında bilinenler hâlâ çok yetersiz olmakla birlikte, bugün onun büyük, ördek-gagalı bir dinozor olan *Hadrosaur'a* ait olduğu düşünülüyor. Ama o zamanlar kimsenin dinozorlardan haberi yoktu.

Kemik, ülkenin ileri gelen anatomi bilgini Dr. Caspar Wistar'a gönderildi ve Wistar o sonbahar Philadelphia'daki Amerikan Felsefe Demeği'nin bir toplantısında bu kemiği tanımladı. Ne yazık ki Wistar kemiğin önemini anlamayamamıştı. Onun aslında bir aldatmaca olduğu manasına çekilebilecek birkaç ihtiyatlı ve heyecansız yorumla yetindi. Kemik o kadar az ilgi çekti ki, bir depoya atılıp kaderine terk edildi ve sonunda kayıplara karıştı. Böylece yeryüzünde bulunan ilk dinozor kemiği, kaybedilen ilk dinozor kemiği unvanını da kazanmış oldu.

Kemiğin fazla ilgi çekmemesi oldukça şaşırtıcıdır, çünkü Amerika'nın iri ve çok eski hayvan kalıntıları konusunda büyük heyecan tufanına kapıldığı bir dönemde ortaya çıkmıştır. Bu heyecan tufanının sebebi, büyük Fransız doğabilimci Buffon Kontu'nun (önceki bölümde adı geçen, kızgın kürelerle deney yapan adamın) garip bir iddiasıydı: Yenidünya'daki canlı varlıkların Eskidünya'dakilere kıyasla hemen her açıdan aşağı düzeyde oldukları. Buffon 'un o zamanlar çok itibar gören kapsamlı yapıtı *Historie Naturelle'de* (Doğa Tarihi) yazdıklarına bakılırsa, Amerika suyun durgun, toprağın verimsiz, hayvanların küçük ve kuvvetsiz olduğu bir toprak parçasıydı. Hayvanların gelişimi, bu toprakların kokuşmuş bataklıklarından ve güneşsiz ormanlarından yükselen "sağlığa zararlı buharlar" yüzünden geri kalmıştı. Çevre koşulları o kadar elverişsizdi ki, yerli Kızılderililer bile erkeklik kuvvetinden yoksundu. "Sakalları yoktur, vücutları tüysüzdür," diye bilgece çıtlatmıştı Buffon, "dişileri hiç arzulamazlar." Üreme organları "küçük ve zayıf'tır.

Buffon'un gözlemleri, diğer yazarlar tarafından, özellikle de ülkeyi gerçek anlamda tanımadan hükme varan kolaycılar tarafından şaşırtıcı bir hevesle desteklendi. Comeille de Pauw adında bir Hollandalı, *Recherches Philosophiques sur les Americains* (Amerikalılar Üzerine Felsefi Araştırma) başlıklı popüler yapıtında şu açıklamada bulundu: Amerika'nın yerli erkekleri üreme yetisi açısından güçsüz olmakla kalmazlar, "erkeklik kuvvetinden de o kadar yoksundurlar ki, göğüsleri süt üretir." Benzer görüşler hiç beklenmeyecek kadar uzun süre etkili oldu ve on dokuzuncu yüzyıl sonlarına yaklaşılana dek Avrupalılarca yazılan metinlerde sık sık hatırlatılıp tekrarlandı.

Doğal olarak, bu tip iftiralar Amerika'da öfkeyle karşılandı. Thomas Jefferson *Notes on the State of Virginia* (Virginia Eyaleti Üzerine Notlar) adlı yapıtında, son derece sert (ve bağlamdan bağımsız olarak ele alındığında oldukça şaşırtıcı) bir tekzibe yer verdi. Sonra da New Hampshire'lı arkadaşı General John Sullivan'ı kuzey ormanlarına yirmi asker göndermeye razı etti. Askerler Amerikan dörtayaklılarının endam ve haşmetinin kanıtı olarak Buffon'a sunulacak bir erkek sığın [1] bulmakla görevlendirilecekti. Adamların bu amaca uygun bir hayvan yakalamaları iki hafta aldı. Sığın vurulduğu zaman, Jefferson'ın şart koştuğu muhteşem boynuzlardan maalesef yoksun olduğu görüldü. Ama Sullivan düşünceli davranıp erkek bir geyiğin çatal boynuzlarını da Jefferson'a götürmüş ve sığına bu boynuzların takılmasını önermişti. Fransızlar nereden anlayacaklardı sanki?

Bu arada Wistar'ın kenti olan Philadelphia'da, doğabilimciler file benzer devasa bir yaratığın kemiklerini bir araya getirmeye başlamışlardı. Bu yaratık önce "Büyük Meçhul Amerikalı" olarak tanınmış, ama sonradan, pek doğru olmayan bir teşhisle, mamut olduğuna karar kılınmıştı. Bu kemiklerden ilki Kentucky'de, Big Bone Lick denilen bir yerde keşfedilmiş, ama çok geçmeden her tarafta başkaları da bulunmaya başlanmıştı. Görünüşe bakılırsa Amerika bir zamanlar gerçekten de heybetli bir yaratığa yuva olmuştu: Buffon'un Fransız martavalı iddialarını kesinkes çürütecek bir yaratığa.

Meçhul Amerikalı'nın cüssesini ve vahşiliğini gözler önüne sermeyi kafalarına koyan Amerikalı doğabilimciler, bu tutkuyu sanki biraz abarttılar.

Yaratığa olduğundan altı misli büyük bir cüsse ve korkunç pençeler atfettiler, halbuki pençeler yakınlarda bulunan dev kara tembelhayvanı *Megalonyx'e* aitti. Ne ilginçtir ki, hayvanın "kaplan çevikliğine ve yırtıcılığına" sahip olduğuna kendilerini de inandırdılar ve illüstrasyonlarda onu kayaların üstünden kedimsi bir zarafetle avının üstüne atlarken resmettiler. Keşfedilen fildişleri, birbirinden yaratıcı konumlarla hayvanın kafasına monte ediliyordu. Montajcılardan biri fildişlerini hayvanın kafasına yırtıcı bir kedinin kesici dişleri gibi, tepetaklak vidalamış, bu da ona gayet saldırgan bir hava vermişti. Bir diğeri, yaratığın suda yaşadığı ve uyurken kendini ağaçlara demirlemek için dişlerini kullandığı iddiasını haklı çıkarmak amacıyla, fildişlerini geriye doğru kıvrılacak biçimde yerleştirmişti. Bununla birlikte, meçhul Amerikalı hakkındaki en yerinde anlayış, neslinin tükenmiş olduğuydu. Buffon, hayvanın hiç tartışmasız dejenerasyona uğradığının kanıtı olarak gördüğü bu gerçeğin üstüne atlayacaktı.

Buffon 1788'de öldü, ama ihtilaf aldı yürüdü. 1795'te, seçilmiş birtakım kemikler Paris'e gönderildi ve orada paleontolojinin yükselen yıldızı, genç ve aristokrat Georges Cuvier tarafından incelemeye alındı. Cuvier eklemlerinden ayrılmış kemik yığınlarını alıp biçimli formlara sokma konusundaki dehasıyla çoktandır göz dolduruyordu. Bir hayvanın görünümünü ve doğasını tek bir diş ya da çene kırpıntısından anlayıp tanımlayabileceği, hatta çoğunlukla türünü ve cinsini de belirleyebileceği söylenirdi. Bu hantal canavarın resmi bir tanımını yazmanın Amerika' da kimsenin aklına gelmemiş olduğunu anlayınca, bu işi kendisi üstlendi ve böylece onun resmi kâşifi oldu. (Biraz sürpriz bir tanımlamayla) ona "meme-dişli" manasına gelen *mastodon* adını verdi.

İhtilaftan esinlenen Cuvier, 1796'da çığır açan bir bildiri kaleme aldı. *Note on the Species ofLiving and Fossil Elephants* (Canlı ve Fosil Fil Türleri Üzerine) başlıklı yapıtında, nesil tükenişlerine ilişkin resmi bir kuramı ilk kez öne sürdü. Yerküre'de zaman zaman küresel afetler yaşandığına ve bu afetler yüzünden yaratıkların topluca yok olduğuna inanıyordu. Kendisinin de dahil olduğu dindar çevreler, bu fikrin uyandırdığı çağrışımlardan rahatsızdı. Çünkü Cuvier'in kuramı Esirgeyen Ulu Tanrı 'yı izahı mümkün olmayan bir umursamazlıkla itham ediyordu. Madem ki sonradan köklerini kurutacaktı, Tanrı canlı türlerini ne diye

yaratmıştı? Bu mefhum, dünyanın özene bezene yaratıldığı, içindeki her canlı varlığa bir yer ve bir amaç tahsis edildiği, bunun hep böyle olduğu ve hep böyle olacağı anlayışına dayanan Büyük Varlık Zinciri inancına aykırı düşüyordu. Herhangi bir türün toptan yok olmasına (ya da hatta evrimleşmesine) Tanrı'nın seyirci kalabileceği düşüncesini, Jefferson kendi adına kabul edilemez buluyordu. Dolayısıyla Mississippi'nin ötesindeki toprakların araştırılması için Amerika'nın iç kesimlerine bir heyet göndermekte bilimsel ve politik açıdan fayda olabileceği görüşü kendisine aktarıldığı zaman, Jefferson gözü pek serüvencilerin uçsuz bucaksız kırlarda otlayan sağlıklı mastodon sürüleri ve diğer heybetli yaratıklar bulacağı umuduyla, öneriyi gözü kapalı kabul etti. Jefferson'ın özel kâtibi ve çok güvendiği dostu Meriwether Lewis bu seferin lideri ve baş doğabilimcisi seçildi. Ölü ya da diri hayvanlar ararken nelere dikkat edilmesi gerektiği hususunda kendisine yardımcı olması için Lewis'ın danışmanlığına atanan kişiyse, Caspar Wistar'dan başkası değildi.

Aristokrat ve meşhur Cuvier'nin nesil tükenişlerine ilişkin kuramlarını Paris'te onaya sunmakta olduğu aynı sene, hatta aynı ay içinde, Manş Denizi'nin öteki tarafında, Cuvier'ye kıyasla tanılamış bir İngiliz, fosillerin değeri üzerine kafa yormakta ve kalıcı sonuçlar doğuracak başka bir fikir geliştirmekteydi. William Smith, Somerset Kömür Havzası'nda görevli genç bir denetçiydi. 5 Ocak 1796 akşamı, Somerset'te bir handa otururken, yıllar sonra kendisini meşhur edecek olan fikrini bir kenara not etti. Kayaçların yorumlanabilmesi için, standart bir ölçüte, bir temele ihtiyaç vardı. Sözgelimi Devon'da bulunan ve Karbonifer döneme ait olan kayaçların Galler'de bulunan ve Kambriyen döneme ait olan kayaçlardan daha genç olduğu, böyle bir temele dayanılarak söylenebilirdi. Smith cevabın fosillerde yattığını anlamıştı. Kayaç katmanlarındaki her değişimle birlikte, belli bazı fosil türleri yok olurken, bazıları sıradaki katmana taşınıyordu. Hangi fosil türünün hangi katmanda ortaya çıktığına dikkat edilirse, fosil barındıran tüm kayaçların göreceli yaşları hesaplanabilirdi. Smith, araştırmacılığı sayesinde edindiği bilgilerden faydalanarak, derhal Britanya'nın kayaç katmanlarının bir haritasını çıkarmaya koyuldu. Bu harita pek çok denemeden sonra 1815'te yayınlanacak ve modern jeolojinin köşe taşlarından biri olacaktı. [Hikâye, Simon Winchester'ın popüler kitabı

The Map That Changed The World'de (Dünyayı Değiştiren Harita) kapsamlı olarak ele alınır.]

Smith, işin içyüzünü kavramış olduğu halde, kayaçların neden böyle katmanlaştığı sorusuna her ne hikmetse ilgisiz kaldı. “Katmanların kökenine kafa yormaktan vazgeçtim; bunun böyle olduğunu biliyor olmakla avunuyorum,” diye yazdı. “Nedenleri niçinleri sorgulamak bir Maden Araştırmacısı’nın yetki alanına girmez.”

Smith katmanların gizemini çözünce, nesil tükenişlerine ilişkin kuramların yarattığı ahlaki sıkıntı daha da büyüdü. Her şeyden önce, Tanrı’nın yaratıkları arada sırada değil, tekrar tekrar yeryüzünden sildiği doğrulanmış oluyordu. Bu O’nun yalnızca umursamazlık değil, tuhaf bir düşmanlık da sergilediğini düşündürüyordu. Dolayısıyla bazı türler ortadan kalkarken diğerlerinin nasıl olup da hiç engellenmeden nesillerini uzun müddet devam ettirebildiğinin açıklanması artık zorunlu bir hal almıştı. Nesil tükenişleri hakkında bilinmesi gerekenlerin, tek bir afetle (Kutsal Kitap’ta anlatılan Nuh tufanıyla) açıklanamayacak kadar fazla olduğu çok açıktı. Cuvier, Tekvin Kitabı’nın yalnızca *o zamanın en son* su baskınına değindiğini ileri sürerek, sadece kendisini tatmin eden bir açıklama önerdi: Anlaşılan o ki, Tanrı daha evvelki nesil tükenişlerini haber vererek Musa’yı gereksiz yere tedirgin etmek ya da korkutmak istememişti.

Böylece on dokuzuncu yüzyılın ilk yıllarına gelindiğinde fosiller kaçınılmaz bir önem kazanmış ve bu durum, Wistar’ın eline geçen dinozor kemiğinin önemini anlayamayışını daha da büyük bir talihsizliğe dönüştürmüştü. Derken, dünyanın dört bir yanında aniden kemikler bulunmaya başlandı. Dinozorların keşfine sahip çıkma fırsatı Amerikalıların eline birkaç kez daha geçti, ama hepsi de heba edildi. 1806’da Lewis ile Clark liderliğindeki keşif seferinin yolu Montana’daki Hell Creek’ten geçti. Burası, fosil avcılarının sonradan dinozor kemikleri toplamak için akın edecekleri bir bölgeydi. Lewis ile Clark, kayaya gömülü bir dinozor kemiği olduğu her halinden belli olan bir fosil bulup incelediler, ama bu incelemeden herhangi bir anlam çıkarmayı başaramadılar. Plinus Moody adında bir çiftçi çocuğunun Massachusetts’in South Hadley bölgesindeki kayaç katmanında çok eski izler gördüğünü, bildirmesinden sonra, New England’daki Connecticut Irmağı vadisinde başka kemikler ve

fosilleşmiş ayak izleri bulundu. Bunlardan bazıları en azından kaybolmadı: mesela şimdi Yale'deki Peabody Müzesi'nin koleksiyonuna ait olan *Anchisaurus* kemikleri. 1818'de bulunan bu kemikler, incelenen ve saklanan ilk dinozor kemikleriydi, ama ne yazık ki ne oldukları 1855'e kadar anlaşılamadı. Aynı sene, yani 1818'de, Caspar Wistar öldü, ama Thomas Nuttall adında bir botanikçi son derece güzel bir bitki olan morsalkıma onun adını verince, Wistar yine de beklenmedik bir ölümsüzlüğe kavuşmuş oldu. Açıklık yanlısı bazı botanikçiler, bu bitkiyi *wistaria* olarak yazmakta hâlâ inat ederler.

Ne var ki bu vakte gelindiğinde, paleontolojik faaliyet Ingiltere'ye sıçramıştı. 1812'de Dorset kıyısındaki Lyme Regis'te, Mary Anning adında, hangi kaynağa başvurduğunuza bağlı olarak, on bir, on iki ya da on üç yaşında olağanüstü bir çocuk, yaklaşık beş metre uzunluğunda, garip bir fosilleşmiş deniz canavarı buldu. Günümüzde *Ichthyosaurus* olarak bilinen bu fosil, Manş Denizi boyunca uzanan dik ve tehlikeli uçurumlara gömülü haldeydi.

Fevkalade bir kariyerin başlangıcı olacaktı bu. Anning sonraki otuz beş senesini fosil toplayarak geçirecek ve topladığı fosilleri gelene geçene satacaktı. (Yaygın bir inanışa göre, ünlü "She sells seashells on the seashore"[2] tekerlemesinin kaynağı Anning'dir.) Ilk *Plesiosaurus'u* da o bulacaktı: Bir diğer deniz canavarı olan *Plesiosaurus*, ilk "kanatlı kertenkele"lerin en başarılılarından biriydi. Bunlardan hiçbiri teknik açıdan dinozor olmasa da, o zamanlar bugünkü kadar aşikar bir husus değildi bu, çünkü bir dinozorun ne olduğunu kimse bilmiyordu. Dünyanın bir zamanlar, bugün yaşayan hiçbir canlıya uzaktan yakından benzemeyen yaratıklar barındırdığı anlaşılmıştı. Bu kadarı o zaman için yeterliydi.

Arnıingün başarısı, fosillerin yerini saptamaktaki ustalığıyla sınırlı .

(Gerçi bu konuda da rakipsizdi.) Onları büyük bir özenle, hiç zarar vermeden çıkarabiliyordu . Londra'daki Doğa Tarihi Müzesi'nin eski deniz sürüngenleri bölümünü ziyaret etmeye fırsat bulursanız, sakın kaçırmayın derim, çünkü bu genç kadının en basil; araçlarla ve neredeyse imkânsız koşullar altında hemen hiç yardım almadan başardığı işin boyutunu *ve* güzelliğini takdir etmenin başka yolu yoktur. Sırf *Plesiosaurus'u* kazıp çıkarmak için on yıl sabırla çalışması gerekmişti. Anning, eğitimsiz olduğu

halde, bilim adamlarının çok işine yarayan çizimler *ve* tanımlar yapabiliyordu.Ama onunkine benzer becerilerin yabana atılamayacak avantajına rağmen, önemli keşifler çok az insana nasip olurdu *ve* Anning de hayatının çoğunu yoksulluk içinde geçirdi.

Paleontoloji tarihinde Mary Anning'ten daha hakir görülmüş birini bulmak zordur, ama aslında ona fena halde yaklaşmış biri vardır: Adı Gideon Algemon Mantell'di *ve* Sussex'te çalışan bir taşra hekimiydi.

Mantell fasulye sırığı gibi bir kusurlar abidesiydi: Kibirli, bencil *ve* ukalaydı, ailesini ihmal ederdi. Ama dünyada ondan daha vefakâr bir amatör paleontolog görülmemişti. Sadık *ve* dikkatli bir karısı olduğu için de çok şanslıydı. 1822 'de Sussex taşrasında yaşayan bir hastasını ziyaret ederken, Bayan Mantell de civardaki patikalardan birinde gezintiye çıktı *ve* derin çukurlan doldurması için yola dökülmüş bir yığın moloz içinde acayip bir nesne buldu: küçük bir ceviz büyüklüğünde, kavisli, kahverengi bir taş. Kocasının fosillere olan merakını bildiği ve bunun bir fosil olabileceğini düşündüğü için, taşı alıp Mantell'e götürdü. Mantell bunun fosilleşmiş bir diş olduğunu ilk görüşte nladı ve biraz inceledikten sonra da, otobur, sürüngen, aşın büyük (metrelerce uzunlukta) ve Kretase döneminden kalma bir hayvana ait olduğuna kuşkusu kalmadı. Yerden göğe kadar haklıydı, ama böyle bir sonuca varmak cesaret isterdi, çünkü daha evvel bunun gibisi ne görülmüş ne de hayal edilmişti.

Bulduğu dişin geçmişe yönelik tüm anlayışları temelinden sarsacağının farkında olan ve çalışmalarını ihtiyatla sürdürmeye arkadaşı *Papaz* William Buckland (hani şu deneysel iştahıyla ünlü cüppeli adam) tarafından teşvik edilen Mantell, tam üç senesini sonuçlarını destekleyecek deliller aramaya adadı. Paris'te yaşayan Cuvier'nin fikrini almak için diş fosilini Paris'e gönderdi, ama büyük Frnsız doğabilimci fosili bir hipopotam sanarak eena halde yanıldı. (Cuvier hiç yakışık almayan bu hatası için sonradan tekrar tekrar özür dileyecekti.) Mantell bir gün Londra'daki Hunterian Müzesi'nde araştırma yaparken, kendisi gibi araştırmacı bir ahbabına rastladı ve adam ona söz konusu dişin o sıralar incelemekte olduğu Güney Amerika iguanalannın dişlerine çok benzediğini söyledi. Alelacele yaptıkları karşılaştırma, benzerliği doğruladı. Böylece Mantell'in yaratığı, tropik

iklimlerde yaşayan bir kertenkelenin adını alıp *Iguanodon* oldu, halbuki yaratığın o kertenkeleyle hiç alakası yoktu.

Mantell, Royal Society'ye göndermeyi planladığı bir bildiri hazırladı. Ne yazık ki, Oxfordshire'daki taşocaklarından birinde başka bir dinozorun daha bulunduğu ve tam da o sıralar resmen tanımlandığı ortaya çıktı. Dinozorun isim babası Papaz Buckland'dı: Mantell'i çalışmasını aceleye getirmemesi konusunda uyaran kişinin ta kendisi. Dinozorun adı *Megalosaurus* olmuştu, bu adı Buckland'a önerense dostu Dr. James Parkinson'dı aslında: Parkinson hastalığına ismini verecek olan müstakbel köktenci. Buckland, hatırlarsanız, her şeyden önce birjeologdu ve *Megalosaurus* üzerindeki çalışmalarıyla bunu kanıtlamıştı. *Transactions of the Geological Society of London* için yazdığı raporunda, yaratığın dişlerinin kertenkelelerde olduğu gibi doğrudan çene kemiğine ilişmediğine, timsahlarda olduğu gibi yuvalara yerleştiğine dikkat çekiyordu. Ama o kadarını fark edebildiği halde, Buckland bunun ne anlama geldiğini anlayamamıştı: *Megalosaurus* yepyeni bir yaratık çeşidiydi. Dolayısıyla raporu çok az zeka pırıltısı içermekle birlikte, yine de bir dinozorun yayınlanan ilk tanımı oldu. Yani bu çok eski varlık soyunun keşfi, bu şerefe çok daha layık olan Mantell'den ziyade Buckland'a atfedildi.

Mantell, düş kırıklığının hayatından hiç eksik olmayacağından habersiz, fosil avlamaya devam etti. 1883'te dev bir yaratık daha buldu: *Hylaeosaurus.* Taşocağı işçilerinden ve çiftçilerden fosil satın almayı da sürdürerek, sonunda Britanya'nın belki de en büyük fosil koleksiyonuna sahip oldu. Mantell mükemmel bir hekim ve aynı derecede kabiliyetli bir kemik avcısıydı, ama iki yeteneğini aynı anda geliştiremedi. Koleksiyonculuk sevdası büyürken, hekimliği ihmal etti. Çok geçmeden, fosiller Brighton'daki evinin neredeyse tamamını doldurdu ve gelirinin büyük kısmını tüketti. Mantell, geri kalan parasını da çok az insanın satın almak isteyeceği türden kitapların basım maliyetini karşılamak için harcadı. 1827' de yayınlanan *Illustrations of the Geology of Sussex* (Sussex Jeolojisi Örnekleri) yalnızca elli adet sattı ve kendi cebinden 300 £ çıkmasına sebep oldu, ki o zaman için azımsanamayacak miktarda bir paraydı bu.

Çaresiz kalan Mantell'in aklına evini müzeye çevirip girişte bilet kesmek geldi, ama böyle çıkarcı bir davranışın, bırakın bilim adamlığına, centilmenliğine de halel getireceğini geç de olsa anladı. Bunun üzerine insanların evi bedavaya gezmelerine izin verdi. Eve haftalar boyu akın eden yüzlerce insan, hem iş hem de aile yaşamını sekteye uğrattı. Mantell sonunda borçlarını ödemek için koleksiyonunun büyük bölümünü satmak zorunda kaldı. Kısa süre sonra, kansı dört çocuğunu da yanına alıp onu terk etti.

İşin ilginç yanı, Mantell'in dertleri daha yeni başlamaktaydı.

Güney Londra'daki Sydenham bölgesinde, Kristal Saray Parkı denilen yerde, garip ve unutulmuş bir manzara boy gösterir: dünyanın gerçek boyutlardaki ilk dinozor modelleri. Bugünlerde o parkı çok insan gezmiyor, ama orası bir zamanlar Londra 'nın en popüler turistik merkezlerinden biriydi. Daha doğrusu, Richard Fortey'nin belirttiği gibi, dünyanın ilk temalı parkıydı. Modellerin aslına uygun olmayan yanları oldukça fazladır. *Iguanodon'un* başparmağı bir nevi boynuz gibi bumuna yerleştirilmiştir ve dört irikıyım bacak üzerinde durduğu için, oldukça gürbüz, fazla büyümüş, hantal bir köpeği andırır. (Hayattayken, *Iguanodon* dört ayak üstünde durmazdı, ikiayaklıydı.) Şimdi onlara bakınca, bu tuhaf ve hantal hayvanların büyük bir hıncın ve gazabın kaynağı olabileceğine inanmakta zorlanırsınız, ama hakikaten de öyle oldular. Doğa tarihinde belki de hiçbir şey, dinozorlar diye bilinen eski hayvan soyu için duyulandan daha güçlü ve kalıcı nefretlerin odağına yerleşmemiştir.

Dinozorların yapımı sırasında Sydenham, Londra'nın kenar mahallesiydi ve geniş parkı da ünlü Kristal Saray'ın yeniden dikilmesi için ideal alan olarak görülüyordu. Demir ve camdan inşa edilen bu yapı, 1851'de 1. Dünya Sergisi'nin merkezi olmuştu ve yeni park da adını doğal olarak ondan aldı. Betondan yapılan dinozorlar ekstra bir ilgi kaynağıydı. 1853'ün Yeni Yıl akşamı, yirmi bir seçkin bilim adamı için, inşaatı henüz tamamlanmamış olan *Iguanodon* 'un içinde dillere destan bir yemekli davet düzenlendi. Gideon Mantell, yani *Iguanodon'u* bulan ve tanımlayan adam, davetliler arasında değildi. Masanın başında oturan kişi, genç paleontoloji biliminin en büyük yıldızıydı. Adı Richard Owen'dı ve o vakte değin yoğun birkaç senesini Gideon Mantell'i canından bezdirmeye adamıştı.

Owen İngiltere'nin kuzeyinde, Lancester'da büyümüş ve tıp öğrenimi görmüştü. Anatomist olmak için yaratılmıştı. İşine o kadar tutkundu ki, bazen yasak çiğnemek pahasına kadavralardan uzuvlar, organlar ve başka parçalar aşırıp, boş zamanlarında kesip biçmek için evine götürdüğü olurdu. Bir defasında, siyahi bir Afrikalı denizcinin gövdesinden yeni ayırdığı kelleyi torbaya koyup dışarı çıktığında, ıslak bir taşa basıp kaydı ve kellenin patikada yuvarlanarak bir kır evinin aralık duran kapısından içeri girdiğini ve antrede durakaldığını dehşet içinde seyretti. Ayaklarına yuvarlanan kopuk bir başla karşılaştıklarında ev sahiplerinin ne demiş olabileceklerini varın siz tahmin edin. Bundan bir saniye sonra, yüzünden endişe akan genç bir adam telaşla içeri dalıp, tek kelime bile etmeden kafayı kaptığı gibi dışarı fırlayınca, zavallı insanlar duruma pek akıl erdirememişlerdir herhalde.

Owen 1825'te, henüz sadece yirmi bir yaşındayken Londra'ya taşındı ve çok geçmeden Kraliyet Cerrahlık Okulu'na kabul edildi. Görevi, kurumun tıbbi ve anatomik örneklerden oluşan kapsamlı ama düzensiz koleksiyonlarının düzene sokulmasına yardımcı olmaktı. Koleksiyonlardan çoğu, tanınmış bir cerrah ve tıbbi antikaların yorulmak bilmez koleksiyoncusu olan John Hunter tarafından kuruma bırakılmış, ama ne kataloglanmış ne de organize edilmişti. Bunun en önemli sebebi, her birinin önemini açıklayan notların Hunter'ın ölümünden kısa süre sonra kayıplara karışmış olmasıydı.

Owen, organizasyon yeteneği ve akılcı yöntemleriyle çabucak sivrildi. Aynı zamanda, fosil kemiklerinin birleştirilip iskelet haline getirilmesi konusunda büyük Fransız doğabilimci Cuvier'ninkilerden geri kalmayan içgüdüleriyle, emsalsiz bir anatomist olduğunu da kanıtladı. Hayvanların anatomisi alanında o kadar uzmanlaştı ki, Londra Zooloji Bahçeleri'nde[3] ölen hayvanları satın alma önceliği kendisine tanındı. Owen bu hayvanları incelemek için her zaman evine götürürdü. Bir defasında karısı eve döndüğünde holün ortasında yeni ölmüş bir gergedan bulmuştu. Owen kısa süre içinde, ornitorenklerden tutun, karıncayiyenlere, diğer yeni keşfedilmiş keseli hayvanlardan tutun, bahtsız dodolara, moalar denilen ve Maorilerce yenilip bitirilene dek Yeni Zelanda' da kol gezmiş olan nesli tükenmiş dev kuşlara kadar, ölü ya da diri tüm hayvan türlerinin başlıca uzmanı haline geldi. 1861 'de Bavyera'da yaptığı keşiften sonra *Archaeopteryx'i*

tanımlayan ve dodo için resmi bir mezar kitabesi yazan ilk kişi oldu. Muazzam bir verimle, anatomi alanında toplam altı yüz küsur bildiri yazdı.

Ama Owen en çok dinozorlar üzerindeki çalışmalarıyla hatırlanır. *Dinosauria* terimini 1841 ’de o icat etti. “Korkunç kertenkele” anlamına gelen bu kelime, ne tuhaftır ki uygunsuz bir addı. Dinozorlar, artık bildiğimiz gibi, hiç de korkunç değildi: Bazıları tavşandan büyük olmadığı gibi, muhtemelen aşın utangaç hayvanlardı. Hele kertenkele hiç olmadıkları kesindi. Kertenkeleler aslında onlardan çok daha eski (otuz milyon yıl kadar daha eski) bir soydan gelirler. Owen bu yaratıkların sürüngen olduklarının gayet farkındaydı ve elinin altında onlara mükemmelen yakışan Yunanca bir sözcük vardı: *herpeton.* Ama her ne hikmetse bu sözcüğü seçmedi. O zamanki örnek kıtlığı göz önüne alındığında daha mazur görülebilecek bir diğer hatası, dinozorların bir değil iki ayrı sürüngen takımı oluşturduklarını fark edememesiydi: kuş kalçalı Ornithischia takımı ve kertenkele kalçalı Saurishchia takımı.

Owen görünüm bakımından da, mizaç bakımından da sevimli biri değildi. Orta yaşlarının sonlarındayken çekilmiş bir fotoğrafında sıska ve fesat bir görüntüsü vardır. Viktoria dönemine özgü melodramların uzun, düz saçlı, patlak gözlü canilerini andırırdı: Bebeklerin ödünü patlatacak türden bir suratı vardı. Soğuk ve küstahtı. Emellerine ulaşmak için hiç tereddüt etmeksizin her şeyi yapabilirdi. Charles Darwin’in nefret ettiği bilinen tek kişiydi. Owen’ın (kısa süre sonra kendini öldüren) öz oğlu bile, babasının “esef veren katı kalpliliğine” değinmişti.

Bir anatomist olarak sahip olduğu tartışmasız kabiliyetler, en yüz kızartıcı düzenbazlıklardan paçasını ucuz kurtarmasını sağladı. 1857’de, doğabilimci T. H. Huxley, *Churchill’s Medical Directory'nin* yeni bir baskısına göz gezdirirken, Owen’ın rehberde Londra’daki Madencilik Okulu’nun Karşılaştırmalı Anatomi ve Fizyoloji Profesörü olarak yer aldığını fark etti. Söz konusu pozisyon kendisine ait olduğundan, Huxley bu duruma çok şaşırdı. Churchill’s’in böylesine maddi bir hataya nasıl düştüğünü soruşturunca, bu bilginin yayıncılara Dr. Owen’ın kendisi tarafından temin edildiğini öğrendi. Bu arada, Hugh Falconer adında başka bir doğabilimci, kendi keşiflerinden birinin Owen tarafından sahiplenildiğini fark etmişti. Owen’ı kendilerine ait örnekleri ödünç alıp,

sonra da bunu inkâr etmekle suçlayan başkaları da vardı. Dişlerin fizyolojisiyle ilgili bir kuram üzerinde hak iddia ettiği için Kraliçe'nin diş hekimiyle sert bir tartışmaya girdiği bile olmuştu.

Sevmediği insanlara gözünü kırpmadan zulmederdi. Kariyerinin başlarında, tek günahı yoldaş bir anatomist olarak gelecek vaat etmek olan Robert Grant adındaki genç bir adamı kovdurmak için Zooloji Derneği'ndeki nüfuzunu kullandı. Grant, araştırmasını sürdürebilmek için ihtiyacı olan anatomik örneklere erişim hakkının durup dururken iptal edildiğini öğrenince neye uğradığını şaşırdı. Çalışmasına devam edemeyince, doğal olarak hevesi kaçtı ve adı sanı unutuldu.

Ama Owen'ın insafsız kötülüklerinden canı en çok yanan, hayatı giderek trajikleşen bahtsız Gideon Mantell oldu. Karısını, çocuklarını, hekimliğini ve fosil koleksiyonunun büyük bölümünü kaybettikten sonra Londra'ya taşındı. Orada, 1841'de, yani Owen'ın dinozorları isimlendirip tanımlayarak en büyük başarısına ulaşacağı o meşum sene, Mantell korkunç bir trafik kazası geçirdi. Bir at arabasıyla Clapham Common'ı geçerken her nedense oturduğu yerden düşüp dizginlere takıldı ve ürken atlar dörtnala koşturmaya başlayınca taşlı arazi boyunca sürüklendi. Kazada belinden sakatlanıp iki büklüm kaldı, omurgası onarılamayacak biçimde zarar gördüğü için kronik ağrılarla yaşamaya mahkûm oldu.

Onun bu müşkül durumundan faydalanmak isteyen Owen, sistemli bir çalışmaya girişerek, Mantell'in katkılarını kayıtlardan silmeye, Mantell'in yıllar önce adlandırdığı türlere yeniden isim vermeye ve onun keşifleri üstünde hak iddia etmeye koyuldu. Mantell özgün araştırmalar yapmaya devam etti, ama Owen onun bütün bildirilerinin reddedilmesini sağlamak için Royal Society'deki nüfuzunu kullandı. 1852'de, daha fazla acıya ve eziyete katlanamayacak hale gelen Mantell kendi hayatına son verdi. Ve alın size bir ironi daha: Deforme olmuş omurgası bedeninden çıkarılıp Kraliyet Cerrahlık Okulu'na gönderildi ve okuldaki Hunterian Müzesi'nin yöneticisi olan Richard Owen'ın ellerine teslim edildi.

Ama hakaretlerin ardı arkası kesilmeyecekti. Mantell'in ölümünden kısa süre sonra *Literary Gazette'* de, acımasızlığıyla dikkat çeken bir vefat duyurusu yayınlandı. Duyuruda Mantell, paleontolojiye olan katkıları "doğru bilgi yoksunluğumla sınırlı, vasat bir anatomist olarak

tanımlanıyordu. Duyuru metni *Iguanodon* ’un keşfini bile Mantell’den alıp, Cuvier’ye, Owen’a ve başkalarına mal etmişti. Metni kimin yazdığı belirtilmemekle birlikte, üslup Owen’ın üslubuydu ve doğabilimleri dünyasında yazarın kimliği konusunda kimsenin şüphesi yoktu.

Gelgelelim, bu aşamada Owen’ın şaibeleri boyunu aşmaktaydı artık. Royal Society’nin bir komitesi (tesadüf bu ya, başkanlığını Owen’ın üstlendiği bir komite) onu en büyük şerefe layık bulup, belemnit denilen nesli tükenmiş bir yumuşakça hakkında yazdığı bildiriden dolayı Kraliyet Madalyası’yla ödüllendirmeye karar verdiği zaman, Owen’ın foyası çıkmaya başladı. “Mamafih,” Deborah Cadbury’nin aynı dönemi anlatan kusursuz tarihçesi *Terrible Lizard*'da (Korkunç Kertenkele) belirttiği gibi, “bu çalışma göründüğü kadar özgün değildi aslında.” Meğerse belemnit dört sene önce Chaning Pearce adında amatör bir doğabilimci tarafından keşfedilmiş ve keşfin bildirisi Jeoloji Derneği’nin bir toplantısında kapsamlı olarak sunulmuştu. O toplantıya Owen da katılmış, ama Royal Society’ye kendi bildirisini sunarken bu konuya değinmemişti. Gerçeği bile bile, yaratığa kendi anısını yücelten yeni bir isim vermişti: *Belemnites owenii*. Kraliyet Madalyası elinden alınmamakla birlikte, bu hadise geri kalan tek tük destekçisinin gözünde bile Owen’ın adına kalıcı bir leke çaldı.

Neticede, Owen’ın birçok kişiye yapmış olduğu şeyin aynısını Huxley de Owen’a yapmayı başardı: Zooloji Derneği ve Royal Society komitelerinden oybirliğiyle atılmasını sağladı. Son bir hakaret olarak, Kraliyet Cerrahlık Okulu’nun yeni Hunter Kürsüsü Profesörü Huxley oldu.

Owen bundan böyle önemli araştırmalara imza atamayacak, ama kariyerinin ikinci yarısını, yararı yadsınamayacak bir uğraşa adayacaktı, ki bu katkısı için hepimiz ona ne kadar minnet duysak azdır. 1856’da British Museum’un doğa tarihi bölümünün başına geçti ve bu sıfatla Londra’daki Doğa Tarihi Müzesi’nin arkasındaki itici güç oldu. South Kensington’daki görkemli Gotik binada British Museum’a bağlı olarak hizmet veren Doğa Tarihi Müzesi 1880’de açılmıştır ve neredeyse tamamı, Owen’ın vizyonunun eseridir.

Owen’dan önce, müzeler öncelikle elit kesimi yararlandırmak ve aydınlatmak üzere tasarlanırdı ve müzelere giriş hakkı kazanmak elitler için bile zordu. British Museum’un eski günlerinde, müzeyi ziyaret etinek

isteyenlerin önce yazılı müracaatta bulunmaları ve giriş hakkı tanınmaya uygun olup olmadıklarının anlaşılması için kısa bir mülakattan geçmeleri gerekirdi. Sonra, mülakattan geçmeyi başardıkları takdirde ikinci bir kez uğrayıp biletlerini alırlar ve müzenin hazinelerini ancak üçüncü gelişlerinde görebilirlerdi. O zaman dahi, gruplar halinde çabucak gezdirilip çıkarılırlar ve oyalanmalarına izin verilmezdi. Owen'ın planı, işçi sınıfından insanları akşamları müze gezmeye teşvik etmeyi göze alarak, müzenin kapılarını herkese açmak ve müze alanının çoğunu halka açık sergilere ayırmaktı. insanların bakmakta oldukları şeyin değerini anlayabilmeleri için, sergilenen her parçaya bilgilendirici etiketler koymak gibi son derece radikal bir öneride bile bulundu. Bu önerisi, müzelerin öncelikle araştırma kurumları olması gerektiğine inanan T. H. Huxley'nin beklenmedik muhalefetiyle karşılaştı. Owen, Doğa Tarihi Müzesi'ni herkese açık bir kurum haline getirerek, müzelerin amacına yönelik beklentilerimizi değiştirdi.

Yine de, genelde insanlara son derece özverili davrandığı halde, kişisel rekabetlere girmekten de geri kalmadı. Son resmi faaliyetlerinden biri, müzeye Charles Darwin anısına bir heykel dikilmesi teklifine karşı lobi oluşturmak oldu. Bu girişiminde başarılı olamadıysa da, gecikmeli bir zafere hasbelkader ulaştığı söylenebilir: Owen'ın heykeli bugün Doğa Tarihi Müzesi'nin ana salon merdivenlerinden şahane bir manzaraya tepeden bakarken, Darwin'in ve T. H. Huxley'nin heykellerine müzenin kafeteryasında pek göze çarpmayan bir yer tahsis edilmiştir. Vakur bakışlarını, kahve içip çörek atıştıran insanların üzerinden boşluğa diker onlar.

Richard Owen'ın düzeysiz hırlaşmalarının on dokuzuncu yüzyılda paleontolojinin alnına en kara lekeyi çaldığını söylemek mantıklı olurdu, ama sırada daha beteri vardı ve bu seferki okyanusun öte tarafında yaşanacaktı. Yüzyılın son onyıllarında Amerika'da, Owen'ınki kadar yıkıcı olmasa da son derece kinci bir rekabet baş gösterdi. Bu rekabet iki acayip ve acımasız adam arasındaydı: Edward Drinker Cope ve Othniel Charles Marslı.

Ortak yönleri çok fazlaydı. ikisi de şımartılmış, hırslı, bencil, kavgacı, kıskanç, güvensiz ve her daim mutsuz insanlardı. Ama ikisi bir olup,

paleontoloji dünyasını değiştirdiler.

Başlangıçta birbirine hayran iki dosttular. Hatta fosil örneklerine birbirlerinin adını verirlerdi ve 1868'de beraber hoş bir hafta geçirmişlerdi. Gelgelelim, tam da o tarihlerde her nedense araları bozuldu. Bunun neden kaynaklandığından kimse emin değildir. Ertesi yıla gelindiğinde birbirlerine diş biliyorlardı, ki sonraki otuz sene süresince aralarındaki husumet korkunç bir nefrete dönüşecekti.

Doğabilimlerinde hiçbir ikilinin birbirini bu kadar hor görmediği rahatlıkla söylenebilir.

Cope'dan sekiz yaş büyük olan Marslı, utangaç bir kitap kurduydu. Derli toplu bir sakalı vardı, şık giyinir, zarif davranırdı. Saha araştırmalarında çok az vakit geçirir, zaten araştırma gezilerine çıktığı zaman da kayda değer bir şeyler bulduğuna nadiren rastlanırdı. Bir defasında Wyoming'in Como Bluff bölgesindeki ünlü dinozor yataklarını ziyaret ettiğinde, bir tarihçinin sözleriyle "ortalıkta kütük gibi yatan" onca kemiği bir türlü fark edememişti. Ama parasıyla her istediğini satın alabilecek güçteydi. Mütevazı bir aileden geldiği halde (babası Kuzey New York'ta çiftçiydi), amcası George Peabody son derece zengin ve olağanüstü cömert bir sermayedardı. Marslı doğa tarihiyle ilgilenmeye başlayınca, amcası onun için Yale'de bir müze inşa ettirmiş ve Marsh'ın müzeyi aklına estiği gibi donatmasını mümkün kılacak miktarda kaynak temin etmişti.

Cope'sa imtiyazlı yaşamına daha dolaysız yollarla, doğar doğmaz kavuşmuştu (zengin bir Philadelphia'lı işadamının oğluydu) ve şimdilik Marsh'tan daha maceraperestti. 1876 yazında, George Armstrong Custer komutasındaki birlikler Montana'daki Little Bighom Irmağı'nda Yerliler tarafından telef edilirken, Cope civarda fosil avına çıkmıştı. Böyle bir zamanda Yerlilere ait topraklarda hazine aramanın akıllıca olmayacağı konusunda uyarıldığı zaman, Cope biraz düşünmüş ve her ne pahasına olursa olsun yoluna devam etmeye karar vermişti. Harika bir sezon geçirmekteydi ve buna kimse engel olamazdı. Yolda bir grup şüpheci Crow Yerlisine rastladı, ama takma dişlerini tekrar tekrar takıp çıkararak onların gönüllerini fethetmeyi başardı.

Yaklaşık on yıl süresince Marsh ile Cope'un karşılıklı nefreti önceleri sessiz bir savaşa dönüştü, ama 1877'de sarsıcı boyutlarla patlak verdi. O sene, Colorado'lu bir okul öğretmeni olan Arthur Lakes, kırlarda arkadaşıyla yürüyüşe çıktığı bir gün Morrison civarında birtakım kemikler buldu. Kemiklerin "dev bir keler"e ait olduğunu anlayınca, düşünceli davranarak hem Marsh'a hem de Cope'a bazı örnekler gönderdi. Ağzı kulaklarına varan Cope, zahmetinin karşılığı olarak Lakes'e yüz dolar yolladı ve keşfinden hiç kimseye, bilhassa da Marsh'a bahsetmemesini istedi. Ne yapacağını şaşıran Lakes, Marsh'tan elindeki kemikleri Cope'a iletmesini rica etmek zorunda kaldı. Marsh söyleneni yaptı, ama bu aşağılanmayı ömrü boyunca unutmayacaktı.

Bu olay aynı zamanda, ikisi arasında sürüp gidecek ve gün geçtikçe daha sert, daha sinsi ve çoğu zaman gülünç boyutlara varacak olan savaşın başlangıcını temsil ediyordu. Kimi zaman emirlerindeki kazıcı ekiplerine birbirlerini taşlatacak kadar alçaldıkları olurdu. Cope bir keresinde Marsh'a ait sandıkları levyeyle açmaya çalışırken yakalanmıştı. Yazılarında birbirlerine hakaret eder, birbirlerinin başarılarını yerin dibine sokarlardı. Bilimin düşmanlık sayesinde daha çabuk ve daha başarılı bir ilerleme kaydettiğine nadiren rastlanır, hatta belki de hiç rastlanmamıştır. Sonraki birkaç yıl boyunca bu iki adam kendi aralarında yarışarak, Amerika'da yaşadığı bilinen dinozor türlerinin sayısını 9'dan neredeyse 150'ye çıkardılar. Ortalama insanın ismini hatırlayabileceği hemen her dinozor *(Stegosaurus, Brontosaurus, Diplodocus, Triceratops)* bu ikisinden biri tarafından bulunmuştur.[2] Ne yazık ki, öyle harala gürele çalışıyorlardı ki, zaten bilinen bir şeyi yeniden keşfettikleri ve bunun farkına bile varmadıkları oluyordu. *Uintatheres anceps* diye adlandırılan bir türü kendi aralarında yirmi iki defa "keşfetmeyi" becerdiler. Arapsaçına döndürdükleri sınıflandırmalardan bazılarının düzene sokulması seneler aldı. Bazılarının hâlâ içinden çıkılamamıştır.

Cope'un bilimsel mirası Marsh'ınkine göre çok daha zengindir. Görülmedik derecede faal geçen kariyeri süresince, yaklaşık 1 .400 ilmi bildiriye imzasını atmış ve (yalnızca dinozorlardan değil, bütün çeşitlerden) neredeyse 1 .300 yeni fosil türü tanımlamıştır. Verimi her halükarda Marsh'ın veriminin iki mislinden fazladır. Cope daha da fazlasını yapmış olabilirdi, ama ne yazık ki son yıllarında oldukça ani bir çöküş yaşadı.

1875’te miras aldığı büyük serveti gümüşe yatırma gafletine düşüp, her şeyini kaybetti. Akıbeti, Philadelphia’daki tek kişilik bir pansiyon odasında, kitapların, kâğıtların ve kemiklerin ortasında yaşamak oldu. Marslı ise tam tersine, son günlerini New Haven’daki muhteşem malikânesinde geçirdi. 1897’de Cope, iki sene sonra da Marslı öldü.

Cope’a son yıllarında ilginç bir saplantı daha musallat oldu. *Homo sapiens* türünün “tip ömeği”[4] ilan edilmek, en derin arzusu haline geldi: Kemiklerinin insan ırkını resmen temsil etmesini istiyordu. Normalde, bir türün tip örneği, o türde bulunan ilk kemik grubu olur, ama ilk bulunan *Homo sapiens* kemikleri diye bir şey olmadığından, Cope’un doldurmayı arzuladığı açık bir kontenjan mevcuttu. Bu çok tuhaf ve kibirli bir dilekti, ama kimsenin aklına geçerli bir itiraz gerekçesi gelmiyordu. Cope da işte buna dayanarak, kemiklerini Wistar Enstitüsü’ne miras bıraktı. Bu kurum, Caspar Wistar’ın (ondan kaçış yok anlaşılan) torunları tarafından Philadelphia’ya bağışlanmış bilimsel bir demekti. Ne yazık ki, Cope’un kemikleri hazırlanıp birleştirildikten sonra, frenginin başlangıç aşamasına özgü belirtiler gösterdikleri bulgulandı: Kimsenin kendi ırkını temsil edecek tip örneğinde muhafaza etmeyi pek istemeyeceği bir özellikti bu. Böylece Cope’un dilekçesi, kemikleriyle birlikte sessizce rafa kaldırıldı.

Dramın diğer oyuncularına gelince... Owen 1892’de öldü, Cope ile Marsh’tan birkaç sene önce. Buckland sonunda aklını kaçırdı ve son günlerini, Mantell’i sakat bırakan kazanın gerçekleştiği yola uzak olmayan bir yerde, Clapham’daki bir tımarhanede, zırvalayıp duran bir akıl hastası olarak geçirdi. Mantell’in çarpık omurgası, II. Dünya Savaşı sırasında Almanların havadan attığı bir bombanın insafıyla yok edilene dek, Hunterian Müzesi’nde neredeyse bir asır boyu sergilendi. Mantell’in koleksiyonundan artakalanlar ölümünden sonra çocuklarına miras kaldı ve çoğu parçası, 1840’ta ülkeden göç eden oğlu Walter tarafından Yeni Zelanda’ya götürüldü. Walter seçkin bir Yeni Zelandalı oldu ve sonunda yerli halkla ilgili bakanlık makamına kadar yükseldi. 1865’te, babasının koleksiyonunun başlıca örneklerini Wellington’daki Koloni Müzesi’ne (şimdiki Yeni Zelanda Müzesi’ne) bağışladı. Meşhur *Iguanodon* dişi de bunlar arasındaydı. Örnekler o gün bugündür oradadır. Her şeyi başlatan *Iguanodon* dişiyse, paleontolojinin belki de en önemli dişi olduğu halde, artık sergilenmemektedir.

Dinozor avı, on dokuzuncu yüzyılın büyük fosil avcıları öldükten sonra elbette nihayet bulmadı. Hatta ne ilginçtir ki, her şey daha yeni başlamıştı. 1898'de, yani Cope ile Marsh'ın ölüm tarihleri arasında kalan sene, Bone Cabin Quarry denilen yerde eşi benzeri görülmemiş büyüklükte bir define keşfedildi, daha doğrusu fark edildi. Bu yer, Marsh'ın gözde av mıntıkasından, yani Wyoming'deki Como Bluff tan yalnızca iki üç kilometre ötedeydi. Orası, tepelerin zamanla aşınmaya uğrayan yüzeylerinden dışarı fırlamış yüzlerce kemik fosiliyle doluydu. O kadar çoktular ki, biri onlardan bir kulübe inşa etmişti: Cabin Quarry adı bu kulübeden gelir. Yalnızca iki mevsim içinde, bu araziden 50.000 kilogram kemik çıkarıldı ve sonraki altı sene süresince her yıl on binlerce kilo daha toplandı.

Neticede, yirminci yüzyıla girildiğinde paleontologların bir bir ayıklaması gereken tonlarca eski kemik vardı. Sorun, bu kemiklerden herhangi birinin kaç yaşında olduğu konusunda hâlâ hiçbir fikirlerinin olmayışıydı. Daha kötüsü, Yerküre'nin yaşı olarak önerilen ve uygun bulunan tahminler, mazide yaşandığı anlaşılan uzun zaman dilimlerinin, çağların ve bölümlerin sayısını yeterince destekleyemiyordu. Yerküre, büyük âlim Lord Kelvin'in ısrarla belirttiği gibi sahiden de yalnızca yirmi dört milyon yaşındaysa, koca koca eski yaratık soylarının neredeyse aynı jeolojik saniye içinde ortaya çıkıp tekrar kaybolmuş olmaları gerekirdi. Ve bu son derece mantıksızdı.

Yalnızca Kelvin değil, başka bilim adamları da dikkatlerini bu soruya yönelttiler ve belirsizliği derinleştirmekten başka işe yaramayan sonuçlara vardılar. Dublin'deki Trinity College'ın saygın jeologlarından Samuel Haughton, Yerküre'nin yaşı olarak 2.300 milyon yıl gibi bir tahmin bildirdi: Başkalarınca önerilmekte olan her şeyin ötesinde bir rakamdı bu. Bu aykırılığa dikkati çekilince, aynı verileri kullanarak Yerküre'nin yaşını yeniden hesapladı ve rakamı 153 milyon yıla indirdi. Yine Trinity'den John Joly, Edmond Halley'nin okyanus tuzlarıyla ilgili fikrini denemeye karar verdi, ama yöntemini o kadar çok sayıda hatalı varsayıma dayandırmıştı ki, verilerin içinde çaresizce kayboldu. Yerküre'nin 89 milyon yıllık olduğunu hesapladı: Kelvin'in varsayımlarıyla yeterince uyuşan, ama ne yazık ki gerçekle uyuşmayan bir yaştı bu.

Kafalar öyle karışıktı ki, on dokuzuncu yüzyıl sonunda, hangi metne başvurduğunuza bağlı olarak, Kambriyen dönemde kompleks yaşamın başlamasından bu yana geçen yıl sayısının 3 milyon, 18 milyon, 600 milyon, 794 milyon ya da 2,4 milyar olduğunu öğrenebilir veya bu menzilde bir diğer rakamla karşılaşırdınız. 1910 gibi geç bir tarihte, Amerikalı George Becker tarafından yapılan en itibarlı tahminlerden biri, Yerküre'nin yaşını 55 milyon yıl kadar düşük bir rakama indirdi.

Meseleler ne zaman çözümü güç görünen bir hal alsa, başka bir olağanüstü şahsiyet yepyeni bir yaklaşımla ortaya çıkardı. Bu kişi, Emest Rutherford adında, toksözlü ve akıllı bir Yeni Zelandalı çiftçi çocuğu olacak ve Yerküre'nin en azından yüzlerce milyon yıllık, hatta belki daha da yaşlı olduğunu gösteren reddedilemez kanıtlar üretecekti.

işin ilginç yanı, ortaya koyacağı kanıtlar simyayı temel alacaktı. Doğal, spontane, bilimsel açıdan güvenilir ve büyüyle hiç alakası olmayan, ama neresinden bakarsan bak simyasal olan kanıtlardı bunlar. Newton'ın o kadar da haksız olmadığı anlaşılacaktı. Bunun tam olarak nasıl ortaya çıktığı ise elbette başka bir hikâyenin konusu.

7

TEMEL MADDELER

Kimyanın ancak 1661'de ciddi ve saygın bir bilim dalı sayılmaya başlandığı söylenir. Oxford'dan Robert Boyle'ın *The Sceptical Chymist* (Kuşkucu Kimyacı) adlı yapıtını yayınladığı tarihtir bu. Robert Boyle'ın kitabı, kimyacı ile simyacı arasında ayırım yapan ilk çalışmadır. Ama bu noktaya uzun ve istikrarsız bir geçiş dönemi sonrasında ulaşılabilmiştir. On sekizinci yüzyıl başlarına kadar, âlimler hem kimyacı hem de simyacı olmayı tuhaf bir rahatlıkla içlerine sindirebiliyorlardı. Mesela Alman Johann Becher, mineraloji alanında *Physica Subterranea* (Yeraltı Fiziği) adını taşıyan kusursuz bir yapıta imza atmıştı, ama aynı zamanda, doğru malzemeleri kullandığı takdirde kendini görünmez kılabileceğinden de emindi.

Kimya biliminin ilk günlerindeki garip ve çoğunlukla tesadüfi doğasını, Hennig Brand adlı bir Alman'ın 1675'te yaptığı keşiften daha iyi

simgeleyen bir şey belki de yoktur. Brand insan idrarından altın damıtmanın bir yolunu bulabileceğine kendini inandırmıştı. (Renk benzerliği, bu sonuca varmasına yol açan faktörlerden biri olsa gerek.) Elli kova insan idrarı topladı ve aylarca kilerinde sakladı. Çapraşık birtakım işlemlerle, idrarı önce sağlığa zararlı bir macuna, sonra da yarısaydam, mumsu bir maddeye çevirdi. Altın üretemedi elbette, ama tuhaf ve ilginç bir şey oldu. Bir süre sonra, madde ışıldamaya başladı. Dahası, havaya maruz bırakıldığında çoğu kez kendiliğinden tutuşuyordu.

“Işık saçan” anlamındaki Yunanca ve Latince köklerden türeyen “fosfor” adıyla kısa sürede tanınan bu maddenin ticari potansiyeli, atak işadamlarının gözünden kaçmadı, ama imalat zorlukları bu fırsatı değerlendirilemeyecek kadar maliyetli hale getiriyordu. Bir ons (28,35 gram) fosfor altı gineye (bugünün parasıyla belki beş yüz dolara), yani altından pahalıya satılıyordu.

Başlangıçta, hammadde temini için askerlerden yardım alındı, ama endüstriyel boyutta üretim için böyle bir uygulamadan medet umulamazdı. l 750’lerde Kari (ya da Cari) Scheele adında isveçli bir kimyacı, idrarın tiksindirici yapısına ve kokusuna katlanmak zorunda kalınmaksızın bol miktarda fosfor imal etmenin bir yolunu buldu. isveç’in başlıca kibrit üreticilerinden biri haline gelmesinin ve hâlâ öyle olmasının en önemli sebebi, fosfor üretimindeki bu üstünlüğüdür.

Scheele hem olağanüstü, hem de olağanüstü şanssız bir adamdı. Gelişmiş aygıtlardan yararlanma olanağını pek bulamayan yoksul bir eczacı olduğu halde, sekiz element keşfetti: klor, flüor, manganez, baryum, molibden, tungsten, nitrojen ve oksijen. Ama bu keşiflerden hiçbiri onun hanesine yazılmadı. Her defasında, bulguları ya görmezden gelindi ya da başka biri aynı keşfi kendi başına yaptıktan sonra ses getirdi. Amonyak, gliserin ve tanen gibi birçok yararlı bileşimi de o keşfetti ve klorun bir beyazlatıcı olarak taşıdığı ticari değeri gören ilk kişi oldu: Başkalarını Karun kadar zengin eden tüm önemli keşiflerde onun imzası vardı.

Scheele’in dikkate değer bir diğer özelliği de, deneylerinde kullandığı her maddenin azıcık tadına bakmak konusundaki tuhaf ısrarıydı. Bu maddeler arasında cıva ve (keşiflerinden bir diğeri olan) hidrosiyanür asit gibi son derece tehlikelileri de vardı. Hidrosiyanür asit zehirliliğiyle öyle

ünlenecekti ki, 150 sene sonra Erwin Schrödinger meşhur düşünce deneyinde (bkz. sayfa 130) toksin olarak onu kullanmayı seçecekti. Scheele'in pervasızlığı, sonunda canına mal oldu. 1786'da, henüz sadece kırk üç yaşındayken, bir sürü toksik kimyasalla kuşatılmış vaziyette, masasında ölü bulundu. Bu kimyasallardan herhangi biri, yüzündeki şaşkın ve korkulu ifadeden sorumlu tutulabilirdi.

Dünya adil olsaydı ve herkes İsveççe konuşsaydı, Scheele'i cümle âlem çılgınca alkışlardı. Ne çare ki, parsayı çoğunlukla İngilizce-konuşulan ülkelerin daha ünlü kimyacıları topladı. Scheele oksijeni 1772'de keşfetti, ama içler acısı birtakım komplike sebeplerden ötürü, bildirisini vaktinde yayınlatamadı. Bu keşfin itibarı, aynı elementi Scheele'den sonra, 1774 yazında kendi başına keşfeden Joseph Priestley'ye nasip oldu. Daha da ilginci, Scheele'in kloru keşfederek hak ettiği itibara kavuşamamasıdır. Hemen hemen bütün kitaplarda klorun keşfi hâlâ Humphry Davy'ye atfedilir. Davy kloru bulmasına bulmuştur, ama Scheele'den tam otuz altı sene sonra.

Kimya, Newton ile Boyle'ı Scheele ile Priestley'den ve Henry Cavendish'ten ayıran yüzyıl boyunca çok mesafe almıştı, ama önünde hâlâ uzun bir yol vardı. On sekizinci yüzyılın son yıllarına (Priestley için biraz daha ileri vakitlere) kadar, dünyanın dört bir yanındaki bilim adamları aslında var olmayan şeyler aradılar ve bazen sahiden de bulduklarını sandılar: bozulmuş havalar, yanıcılığını kaybetmiş deniz asitleri, flokslar, metal oksit tozları, toprak ve sudan müteşekkil gazlar ve hepsinden önemlisi, yanmanın aktif maddesi olduğu düşünülen "filo-jiston." Bütün bunların bir yerinde, esrarengiz bir *elan vital*'in, yani cansız nesnelere can veren gücün saklı olduğu da düşünülüyordu. Bu semavi özün nerede saklı olduğunu bilen yoktu, ama olası görünen iki şey vardı: Onu elektrik şokuyla canlandırabilirdiniz (Mary Shelley bu mefhumu *Frankenstein* adlı romanında tam manasıyla sömürmüştür) ve bu öz bazı maddelerde varken, bazılarında yoktu, kimyanın iki kola ayrılmasının sebebi de buydu: organik kimya *(elan vital* e sahip olduğu düşünülen maddeler için) ve inorganik kimya *(elan vital'e* sahip olmayanlar için).

Kimyayı modern çağa taşıyacak kavrayışlı birine ihtiyaç vardı ve bu kişiyi dünyaya kazandıran millet Fransızlar oldu. Adı Antoine Laurent

Lavoisier idi. 1743 ’te dünyaya gelen Lavoisier soyluluğa sonradan ulaşmış bir ailenin üyesiydi. (Babası aile için bir soyluluk unvanı satın almıştı.) l 768’de Lavoisier, Fenne Generale adıyla bilinen ve hükümet adına vergi topladığı için derin nefret uyandıran bir kurumdan hisse satın aldı. Denildiğine göre Lavoisier’nin ılımlı ve haktanır bir kişiliği vardı, halbuki hizmet ettiği kuruluş taban tabana zıt özelliklerdeydi. Mesela, zenginlerden değil, yalnızca yoksullardan vergi alıyor ve bunu çoğunlukla keyfi uygulamalarla yapıyordu. Kurumun Lavoisier için cazip olan yanı, asıl tutkusu olan bilim alanındaki çalışmalarını sürdürmesi için gereken parayı kendisine sağlamasıydı. En çok kazandığı dönemlerde, kişisel geliri yılda

150.000 livre’yi buluyordu: bugünün parasıyla belki 20 milyon $.

Bu kazançlı kariyere başladıktan üç sene sonra, patronlarından birinin on dört yaşındaki kızıyla evlendi. Evlilikleri tam bir gönül ve mantık buluşmasıydı. Madam Lavoisier’nin keskin bir zekâsı vardı ve çok geçmeden kocasının yanında üretken bir çalışma hayatına atıldı. Lavoisier’ler, işlerinin talepkârlığına ve sosyal hayatlarının yoğunluğuna rağmen, çoğu zaman günde beş saatlerini ve ayrı*ca,jour de bonheur* (mutluluk günü) diye adlandırdıkları pazar günlerinin tamamını bilime ayırmayı beceriyorlardı. Her nasılsa, Lavoisier barut imalatının resmi yetkilisi olmaya, kaçakçıları caydırmak amacıyla Paris’in çevresine inşa edilmeye başlanan duvarı denetlemeye, metrik sistemin bulunmasına yardım etmeye ve mutabık kalınan element adlarının kutsal rehberi haline gelecek olan *Methode de Nomenclature Chimique* (Kimyasal Adlandırma Yöntemi) adlı elkitabının yazarlarından biri olmaya da vakit buldu.

Kraliyet Bilimler Akademisi’nin önde gelen üyelerinden biri olarak, hipnoz, hapishane reformu, böceklerin solunumu, Paris’in su kaynakları gibi, öne çıkan her konuyla ciddi ve aktifbiçimde ilgilenmesi de gerekiyordu. Lavoisier l 780’de genç ve istikbali parlak bir bilim adamı tarafından akademiye sunulan yeni bir yanma kuramını hafife alan yorumlarda bulunurken, işte bu sıfatla hareket etmekteydi. Kuram hakikaten de yanlıştı, ama söz konusu bilim adamı Lavoisier’yi asla bağışlamayacaktı: Adı Jean-Paul Marat idi.

Lavoisier’nin hiç yapmadığı bir şey varsa, o da bir element keşfetmektir. Sanki elinde deney tüpü, ocak ve ilginç birtakım tozlar olan

hemen herkesin yeni bir şey keşfedebilecekmiş gibi göründüğü ve elementlerin üçte ikisi kadarının henüz bulunmuş bile olmadığı bir zamanda, Lavoisier tek bir elementi dahi bulup çıkaramamıştır. Bu durum, hiç şüphesiz, deney tüpü kıtlığından ileri gelmiyordu. Lavoisier dünyanın en güzel özel laboratuvarına ve bu laboratuvarda akıl almaz sayıda (on üç bin adet) deney tüpüne sahipti.

Ama o kendi keşiflerini yapmak yerine, başkalarınınkileri inceleyip anlamlandırmaya çalıştı. Filojistona ve kirli havalara hiç prim vermedi. Oksijeni ve hidrojeni gerçeğe uygun biçimde teşhis edip, ikisine de modem isimlerini kazandırdı. Kısacası, kimyaya sağlamlık, açıklık ve yöntemsellik getirilmesine yardımcı oldu.

Aşırı teferruatlı cihazları da aslında çok işine yaradı. Madam Lavoisier ile birlikte, hassas ölçümler gerektiren son derece zahmetli işlerle yıllarca uğraştılar. Örneğin, paslanan bir nesnenin herkesçe ne zamandır zannedildiği gibi ağırlık kaybetmediğini, bilakis, ağırlık kazandığını saptadılar. Olağanüstü bir keşifti bu. Nesne paslanırken havadaki temel parçacıkları bir şekilde kendine çekiyordu. Böylece, maddenin dönüştürülebileceğini, ama ortadan kaldırılamayacağını ilk fark eden onlar oldu. Sözgelimi bu kitabı yakacak olsanız, kitabın maddesi küle ve dumana dönüşecek, ama evrendeki net madde miktarı aynı kalacaktır. Kütlenin korunumu yasası olarak tanınan bu kavram, devrimsel nitelikteydi. Ama ne yazık ki, başka türden bir devrimle, Fransız Devrimi'yle aynı döneme denk geldi ve bu defa Lavoisier kesinlikle yanlış taraftaydı.

Nefret odağı Fenne Generale'nin üyesi olmakla kalmıyordu, Paris'i kuşatan duvarı da büyük bir hevesle ördüren kişiydi. Bu yapıdan o kadar nefret ediliyordu ki başkaldıran kent sakinlerinin saldırdıkları ilk hedef duvar oldu. Artık Ulusal Meclis'in etkili liderlerinden biri durumuna gelen Marat, 1791'de duvarı bahane ederek Lavoisier'yi kınadı ve asılmasında geç bile kalındığını ileri sürdü. Çok geçmeden, Fenne Generale kapatıldı. Bundan kısa süre sonra Marat, Charlotte Corday adında, mağdur edilmiş bir genç kadın tarafından banyosunda öldürüldü, ama Lavoisier için artık çok geçti.

1793'te, zaten şiddetlenmiş olan Terör Dönemi gemi iyice azıya aldı. Ekim'de Marie Antoinnette giyotine gönderildi. Ertesi ay, Lavoisier ile

karısı gizlice İskoçya’ya kaçmayı geç de olsa planlarken, Lavoisier tutuklandı. Mayıs’ta otuz bir Fenne Generale üyesiyle birlikte (Marat’nın büstü hâkimiyetindeki bir salonda) Devrim Mahkemesi’ne çıkarıldı. Aralarından sekizi beraat etti, ama Lavoisier ve diğerleri doğrudan Devrim Meydanı’na (şimdiki Concorde Meydanı’na), yani en faal Fransız giyotinlerinin kurulduğu yere götürüldüler. Lavoisier kayınpederinin kellesinin uçuruluşunu seyrettikten sonra ayağa kalkıp kaderine razı oldu. Üç aydan kısa bir süre sonra, 27 Temmuz’da, devrim lideri Robespierre de aynı yerde aynı şekilde idam edildi. Böylece Terör Dönemi çabucak sona erdi.

Ölümünden yüz yıl sonra, Paris’e Lavoisier’nin bir heykeli dikildi ve biri onun Lavoiser’ye hiç benzemediğini söyleyene kadar çok da beğenildi. Sorguya çekilen heykeltıraş, kimsenin fark etmeyeceği ya da etse bile önemsemeyeceği umuduyla Lavoisier yerine matematikçi ve filozof Condorcet Markisi’nin başını (anlaşılan bir yedeği vardı) model olarak kullandığını itiraf etti, ikinci beklentisinde yanılmamıştı. “Lavoisier & Condercet” heykelinin yarım asır daha yerinde kalmasına izin verildi, ta ki ikinci Dünya Savaşı sırasında bir sabah yerinden kaldırılıp hurda metal niyetine eritilene dek.

1800’lerin erken dönemlerinde Ingiltere'de, güldürücü gaz diye bilinen diazot monoksit kullanımına “son derece keyifli bir sarhoşluk duygusunun” eşlik ettiği keşfedildikten sonra, bu gazı solumak moda halini aldı. Sonraki yarım asır süresince genç insanlar uyuşturucu olarak bu gazı tercih edeceklerdi. Bilimsel bir kuruluş olan Askesian Society bir süre için güldürücü gazdan başka pek bir şeyle meşgul olmadı. Tiyatrolarda, gönüllülerin sıkı nefesler çekip neşeyi bulduktan sonra komik sendeleyişlerle izleyenleri eğlendirdikleri “güldürücü gaz geceleri” düzenlenirdi.

Diazot monoksitin anestezik olarak kullanılmaya elverişli olduğu, 1846’ya kadar keşeedilemedi. Bu gazın pratikteki en aşikar kullanımını kimse akıl edemediği içindir ki, bıçak altına yatan kim bilir kaç kişi ameliyat masasında lüzumsuz ıstıraplar çekti.

Bu konuya değinmemin sebebi, on sekizinci yüzyılda onca ilerleme kaydetmiş olan kimyanın on dokuzuncu yüzyılın ilk onyıllarında amacından

sapmış olduğunu vurgulamaktır, tıpkı yirminci yüzyılın ilk yıllarındajeolojinin başına geleceği gibi. Bu durum kısmen teknik yetersizliklerden ve kısmen de sosyal sebeplerden kaynaklanmaktaydı. Mesela, yüzyılın ikinci yarısına dek santrifüj diye bir şey yoktu ve bu da pek çok deney türüne ciddi kısıtlamalar getiriyordu. Kimya, genellikle işadamlarını, kömürle, potasla ve boyalarla çalışanları ilgilendiriyor, jeolojiyi, doğa tarihini ve f ziği daha cazip bulan centilmenleri çekmiyordu. (Bu durum, Kıta Avrupası'nda, Britanya'da olduğundan daha az geçerliydi, ama yalnızca biraz daha az.) Asrın en önemli gözlemlerinden biri olan ve moleküllerin hareketli doğasını ortaya koyan Brown hareketinin, bir kimyacı tarafından değil de, Robert Brown adında Iskoç bir botanikçi tarafından keşeedildiğini söylemek belki de kâfi gelecektir. (Brown'ın 1827'de farkına vardığı şey, suda asıltı durumuna getirilen minik polen zerrelerinin, durmaları için ne kadar beklenirse beklensin sürekli hareket halinde kalmalarıydı. Gözle görülmeyen moleküllerin eylemleri neticesinde meydana gelen bu sonu gelmez hareketin sebebi, esrarını uzun zamandır koruyordu.)

Akıllara durgunluk veren bir şahsiyet olan Rumford Kontu olmasaydı, her şey daha da kötüye gidebilirdi. Rumford Kontu, haşmetli unvanına rağmen, 1753 yılında Massachusetts'in Wob kentinde, şatafatsız bir adla, Benjamin Thompson olarak dünyaya geldi. Thompson atılgan ve ihtiraslı, "eli yüzü düzgün'', zaman zaman cesur ve aşın akıllı, ama vicdan gibi rahatsız edici kavramlara hiç aldırış etmeyen biriydi. On dokuzundayken, kendisinden on dört yaş büyük, zengin bir dulla evlendi, ama Amerikan Bağımsızlık Savaşı kolonilerde patlak verdiği zaman Ingiliz kralına bağlı kalanlardan yana olma gafletine düşüp, bir süreliğine onlar hesabına casusluk yaptı. Direnişin savaşa dönüştüğü 1776 senesinde, "hürriyet davasına kayıtsız kaldığı" gerekçesiyle tutuklanma tehlikesiyle karşı karşıya kalınca, karısıyla çocuklarını terk edip kaçtı ve kızgın katran kovalarıyla, tüy torbalarıyla silahlanmış, onu önce katrana sonra da tüye bulamayı hevesle arzulayan bağımsızlık yanlısı bir insan kalabalığının elinden zor kurtuldu.

Önce Ingiltere'ye, ardından Almanya'ya göç etti. Almanya'da Bavyera hükümetine askeri danışmanlık hizmeti verdi ve otoriteleri o kadar etkiledi ki, 1791' de Kutsal Roma imparatorluğu'nun Rumford Kontu unvanını aldı.

Münih'teyken, ingiliz Bahçesi diye bilinen ünlü parkı tasarladı ve düzenledi.

Bunca iş arasında, bilimle de ciddi anlamda ilgilenmeye vakit buldu. Termodinamik alanında dünyanın en sözü geçer otoritesi haline geldi, akışkanların konveksiyonu (taşınımı) ve okyanus akıntılarının dolaşımı ilkelerini ilk kez açıklığa kavuşturdu. Ayrıca, filtre kahve makinesi, termal çamaşır ve halen Rumford'un adıyla anılan bir tür mutfak ocağı da dahil olmak üzere, yararlı birkaç buluşa imzasını attı. 1805'te geçici bir süre için Fransa'da kalırken, Antoine Laurent'in dul eşi Madam Lavoisier ile flört edip evlendi. Evlilikleri yürümeyince kısa süre sonra ayrıldılar. Rumford, Fransa' da yaşamaya devam etti ve 1814'te, eski eşleri hariç herkesçe sevilip sayılan biri olarak öldü.

Ama burada ondan söz etmemizin sebebi, 1799'da Londra'daki nispeten kısa ikameti sırasında Kraliyet Enstitüsü'nü kurarak, on sekizinci yüzyıl sonlarında ve on dokuzuncu yüzyıl başlarında Britanya'nın dört bir yanında mantar gibi türeyen pek çok bilimsel kuruluşa bir yenisini daha katmış olmasıdır. Bir süre için, genç kimya bilimini etkin biçimde teşvik eden neredeyse tek saygın kuruluş Kraliyet Enstitüsü olmuştur ve bu desteğin neredeyse tek sorumlusu, Humphry Davy adında genç bir adamdır. Enstitünün kuruluşundan hemen sonra kimya profesörlüğüne atanan Davy, olağanüstü bir konuşmacı ve üretken bir deneyci olarak çabucak ünlendi.

Enstitüde göreve başladıktan kısa süre sonra, peş peşe yeni elementler keşfetmeye başladı: potasyum, sodyum, magnezyum, kalsiyum, stronsiyum ve alüminyum.[5] Bu kadar çok sayıda element keşfedebilmesinin nedeni, her seferinde kıvrak zekâsını çalıştırmasından ziyade, ısıyla eritilmiş bir maddeye elektrik uygulanmasını sağlayan ve elektroliz diye bilinen dâhiyane bir teknik geliştirmiş olmasıydı. Toplam on iki element keşfetti: o zamanlar bilinen element toplamının beşte biri. Davy daha fazlasını başarmış olabilirdi, ama ne yazık ki, genç bir adam olarak diazot monoksitin şen sarhoşluğuna kendini fena halde kaptırdı. Bağımlılığı öyle boyutlara vardı ki, günde (abartısız) üç ya da dört defa gaz solumaya başladı. Nihayet 1829'da, bu alışkanlık yüzünden öldüğü sanılıyor.

Neyse ki başka yerlerde daha ayık birileri işbaşındaydı. 1808'de John Dalton adında hırçın bir Quaker[16], atomun doğasını anlamaya başlayan ilk

kişi oldu. (Bu konudaki gelişmeler izleyen bölümlerde daha kapsamlı biçimde ele alınacaktır.) 1811 ’de ise, Quaregna ve Cerreto Kontu Lorenzo Romano Amedeo Carlo Avogadro gibi çarpıcı bir ada sahip bir İtalyan, son derece önemli olduğu ileride anlaşılacak bir keşifte bulundu: Aynı sıcaklık ve basınç koşulları altında, eşit hacimdeki değişik gazların, türleri ne olursa olsun, aynı sayıda molekül içereceğini keşfetti.

Avogadro Yasası olarak tanınacak olan bu ilke, iki açıdan dikkat çekiciydi. Birincisi, atomların büyüklüğünü ve ağırlığını daha isabetlice ölçmeyi sağlayacak bir temel temin ediyordu. Kimyacılar Avogadro’nun matematiğini kullanarak, mesela tipik bir atomun 0,00000008 santimetre çapında olduğunu, yani hakikaten çok küçük olduğunu nihayet hesaplayabileceklerdi. Ve ikincisi, neredeyse elli yıl boyunca, Avogadro’nun elverişli bir basitlik içeren ilkesinden hemen hiç kimsenin haberi olmayacaktı.[6]

Bu durum kısmen, Avogadro’nun utangaçlığından kaynaklanıyordu: Yalnız çalışır, meslektaş bilim adamlarıyla çok az yazışır, nadiren bildiri yayınlar ve hiçbir toplantıya katılmazdı. Ama bir diğer sebep de, katılabileceği herhangi bir toplantının olmaması ve bildirilerini yayınlatabileceği çok az sayıda kimya dergisinin bulunmasıydı. Bu oldukça olağanüstü bir olgudur. Sanayi Devrimi gücünü büyük ölçüde kimyadaki gelişmelerden almıştı, ama kimyanın örgütlü bir bilim olarak varlığından onlarca yıl pek söz edilemedi.

Londra Kimya Derneği 1841’den önce kurulmadı ve düzenli bir dergi çıkarmaya da ancak 1848’de başladı. Halbuki o zamana kadar Britanya’daki bilimsel derneklerden çoğu (Jeoloji, Coğrafya, Zooloji, Bahçe Bitkileri dernekleri ve ayrıca doğabilimleri ve botanik alanında faaliyet gösteren Linnaean Society) kurulalı en az yirmi yıl olmuştu, hatta bazıları daha da eskiydi. Londra Kimya Derneği’ne rakip çıkacak olan Kimya Enstitüsü’nün kuruluşu, Amerikan Kimya Derneği’nin kuruluşundan bir sene sonraya, yani 1877’ye değin gerçekleşmedi. Kimya örgütlenmekte çok geç kaldığından, Avogadro’nun 1811 ’deki önemli buluşu, 1860’ta Karlsmhe’de gerçekleştirilen ilk uluslararası kimya kongresine dek ses getiremedi.

Kimyacılar nicedir birbirlerinden kopuk çalıştıklarından, teamüllerin oluşması zaman alıyordu. Yüzyılın ikinci yarısına girilene dek, H2O2 formülü kimi kimyacılar için su, kimileri için oksijenli su anlamına gelirdi. C2H4 formülüyse ya etileni ya da bataklık gazını simgelerdi. Her yerde aynı simgeyle temsil edilen bir molekül yok gibiydi.

Kimyacılar çoğunlukla kendi icatları olan sembol ve kısaltmalar kullanırlardı, ki bunların çeşitliliği de hayret vericiydi. İsveçli J. J. Berzelius, elementlerin Yunanca ya da Latince isimleri temel alınarak kısaltılmalarını karara bağlayarak, meseleye son derece ihtiyaç duyulan bir düzen getirdi. Demirin kısaltmasının Fe (Latinceferrum'dan) ve gümüşünkinin de Ag (Latince argentum'dan) olmasının sebebi budur. Diğer kısaltmalardan pek çoğu İngilizce adlarıyla uyuşur: mesela nitrojen için N, oksijen için O, hidrojen için H kullanılır. Bir molekül içindeki atom sayısını göstermek için, Berzelius bir üst-imden yararlandı: $H^2$0'da olduğu gibi. Sonradan, ortada özel bir sebep olmadığı halde, bu sayıyı alt-imle göstermek âdet haline geldi: H2O.

Arada bir derlenip toplanmakla birlikte, on dokuzuncu yüzyılın ikinci yarısına gelindiğinde kimya tarumar bir haldeydi. İşte bu yüzden, 1869'da St. Petersburg Üniversitesi'nden Dmitri Ivanovich Mendeleyev adında tuhaf ve çılgın görünüşlü bir profesörün ansızın ön plana çıkması herkesi pek sevindirdi.

Mendeleyev (bazen Mendeleev ya da Mendeleef olarak da yazılır) 1834'te Sibirya'nın uzak batısındaki Tobolsk'ta, iyi eğitim görmüş, hali vakti yerinde ve çok büyük bir ailenin oğlu olarak dünyaya geldi. Bu aile o kadar büyüktü ki, tarih Mendeleyev'lerin tam olarak kaç kişi olduklarının çetelesini tutamamıştır: Kimi kaynaklara göre on dört, kimilerine göre on yedi çocukları vardı. Dmitri 'nin çocuklardan en küçüğü olduğu konusunda her halükarda tüm kaynaklar hemfikirdir. Şans Mendeleyev'lerin yüzüne her zaman gülmüyordu. Dmitri küçükken, yerel bir okulun başöğretmeni olan babası kör oldu ve annesi çalışıp aileye bakmak zorunda kaldı. Tuttuğunu kopardığı anlaşılan bu kadın, sonunda başarılı bir cam fabrikasının müdürlüğüne yükseldi. 1848'e kadar her şey yolunda gitti, ama sonra fabrika yandı ve aile maddi sıkıntıya düştü. En küçük çocuğunu okutmayı kafasına koyan azimkâr anne Bayan Mendeleyev, küçük

Dmitri'yi yanına alıp otostopla 6.436 kilometre (Londra'dan Ekvator Ginesi'ne gitmekle eşdeğer bir mesafe) katederek St. Petersburg'a vardı ve oğlunu Pedagoji Enstitüsü'ne emanet etti. Vücudu bunca yorgunluğu kaldıramadığı için, çok geçmeden öldü.

Mendeleyev itaatkârca eğitimini tamamladı ve nihayet yerel üniversitede bir mevki sahibi oldu. Orada yetkin bir kimyacı olarak tanınmakla birlikte, çok fazla sivrilemedi. Laboratuvardaki üstün yeteneklerinden ziyade, darmadağınık saçları ve sakalıyla tanınırdı. Saçını sakalını yılda yalnızca bir defa tıraş ederdi.

Gelgelelim, 1869'da, yani otuz beş yaşındayken, elementleri düzene sokmanın bir yolunu bulmak için kafa yormaya başladı. O sıralar, elementler ekseriyetle iki şekilde gruplandırılırdı: ya atom ağırlığına göre (Avogadro Yasası kullanılarak), ya da ortak özelliklerine göre (mesela metaller ya da gazlar gibi kategorilere ayrılarak). Mendeleyev'in çığır açan buluşu, bu ikisinin aynı tabloda birleştirilebileceğini görmek oldu.

Bilim dünyasında âdet haline geldiği üzere, bu ilke de aslında üç sene evvel John Newlands adında amatör bir kimyacı tarafından Ingiltere'de öngörülmüştü. Newlands, elementlerin atom ağırlıklarına göre dizildikleri zaman art arda gelen her sekiz elementin belli bazı özellikleri tekrarlar (ya da birbiriyle uyuşur) gibi göründüğünü ileri sürmüştü. Ama bu fikri koşulların henüz olgunlaşmadığı bir dönemde akıl ettiği için, ona "sekizli yasası" gibi biraz abes kaçan bir ad vermiş ve söz konusu sıralamayı piyano klavyesindeki oktavlara benzetmişti. Belki Newlands'in sunum tarzının yanlışlığı yüzünden, fikir esas itibariyle mantıksız bulunmuş ve ekseriyetle alaya alınmıştı. Toplantılarda birtakım muzip seyircilerin söz alıp, ondan elementlerine küçük bir melodi çaldırmasını rica ettikleri olurdu. Hevesi kaçan Newlands fikrinde diretmekten vazgeçti ve çok geçmeden bilimsel arenadan elini eteğini çekti.

Mendeleyev'in biraz daha farklı bir yaklaşımı vardı. Elementlerini yedili gruplar içine yerleştiriyor, ama esasen aynı ilkeyi uyguluyordu. Fikir aniden çok parlak ve harikulade zekice gözükmeye başladı. Özellikler periyodik olarak tekrarlandığı için, icat *periyodik tablo* adını aldı.

Mendeleyev'in, Kuzey Amerika'da *solitaire* adıyla, başka yerlerde *patience* adıyla tanınan tek kişilik bir kâğıt oyunundan ilham aldığı söylenir. Bu oyunda kartlar suitlerine (maça, kupa, karo, sinek) göre yatay doğrultuda, rakamlarına göre dikey doğrultuda sıralanır. Mendeleyev, oldukça benzer bir anlayışla, elementleri periyotlar denilen yatay diziler halinde ve gruplar denilen dikey sütunlar halinde sıraladı. Ortaya çıkan tablo, boyuna okunduğu zaman bir ilişki grubunu, enine okunduğu zaman başka bir ilişki grubunu gösteriyordu. Açıklamak gerekirse, dikey sütunlar benzer özelliklere sahip kimyasalları bir araya getirir. Öyle ki, metallere özgü kimyasal benzerlikleri sebebiyle bakır gümüşün üstünde, gümüş de altının üstünde yer alırken, helyum, neon ve argon, gazlar sütununa yerleşir. [Bu sıralamadaki asıl belirleyici etken, elementlerin değerlik (valans) elektronları diye adlandırılan şeydir, ki bunu anlamayı arzu ettiğiniz takdirde özel kurslara kaydolmanız lazım.] Öte yandan, yatay diziler de kimyasal elementleri atom çekirdeklerindeki proton sayısına, yani atom numarası olarak bilinen değere göre, küçükten büyüğe doğru sıralar.

Atomların yapısını ve protonların önemini daha sonra etraflıca ele alacağız, yani şimdilik şu organizasyon prensibini takdir etmekle yetinebiliriz: Hidrojenin tek bir protonu vardır, dolayısıyla atom numarası birdir ve tablonun ilk elementidir; uranyumun doksan iki protonu vardır, dolayısıyla tablonun sonlarında yer alır ve atom numarası doksan ikidir. Bu anlamda, Philip Ball'un da işaret ettiği gibi, kimya aslında yalnızca bir sayım meselesidir. (Sırası gelmişken, atom numarası atom ağırlığı ile karıştırılmamalıdır; atom ağırlığı belli bir elementin proton ve nötron sayılarının toplamıdır.)

Hâlâ bilinmeyen ya da anlaşılmayan çok şey vardı. Hidrojen evrendeki en yaygın elementtir, ama bunun tahmin edilebilmesi için aradan otuz sene daha geçmesi gerekecekti. Evrenin en bereketli ikinci elementi olan helyum bulunalı henüz sadece bir sene olmuştu. Daha evvel varlığından bile şüphelenilmemiş bir elementti bu. Üstelik Yerküre'de değil, bir güneş tutulması esnasında spektroskop vasıtasıyla Güneş'te bulunmuş ve adını da bu vesileyle Yunan güneş tanrısı Helios'tan almıştı. 1895'e kadar izole edilemedi. Her şeye rağmen, Mendeleyev'in icadı sayesinde, kimya artık sağlam bir temele oturmuştu.

Çoğumuz için, periyodik tablonun soyut bir güzelliği vardır, ama kimyacılara soracak olursanız, bu tablo kimyaya öyle pratik bir düzen ve berraklık getirmiştir ki onu ne kadar övsek azdır. Robert E. Krebs, “Hiç şüphe yok ki, Kimyasal Elementlerin Periyodik Tablosu, tarih boyu tasarlanmış en güzel organizasyon şemasıdır,” diye yazar *The History and Use of Our Earth ‘s Chemical Elements'ta*

KİMYASAL ELEMENTLERİN PERİYODİK TABLOSU

1 H 1																	2 He 4
3 Li 6,9	4 Be 9											5 B 10,8	6 C 12	7 N 14	8 O 16	9 F 19	10 Ne 20,2
11 Na 23	12 Mg 24,3											13 Al 27	14 Si 28,1	15 P 31	16 S 32,1	17 Cl 35,5	18 Ar 39,9
19 K 39,1	20 Ca 40,1	21 Sc 45	22 Ti 47,9	23 V 51	24 Cr 52	25 Mn 54,9	26 Fe 55,8	27 Co 58,9	28 Ni 58,7	29 Cu 63,5	30 Zn 65,4	31 Ga 69,7	32 Ge 72,6	33 As 74,9	34 Se 79	35 Br 79,9	36 Kr 83,8
37 Rb 85,5	38 Sr 87,6	39 Y 88,9	40 Zr 91,2	41 Nb 92,9	42 Mo 96	43 Tc 96	44 Ru 101,7	45 Rh 102,9	46 Pd 106,7	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 126,9	54 Xe 131,3
55 Cs 132,9	56 Ba 137,4		72 Hf 178,6	73 Ta 180,9	74 W 183,9	75 Re 186,3	76 Os 190,2	77 Ir 193,1	78 Pt 195,2	79 Au 197,2	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209	84 Po 210	85 At 210	86 Rn 222
87 Fr 221	88 Ra 226		104 Rf 261	105 Db 262	106 Sg 263	107 Bh 262	108 Hs 265	109 Mt 266	110 Uun 269	111 Uuu 272	112 Uub 277						
LANTANİTLER			57 La 138,9	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm 145	62 Sm 150,4	63 Eu 152	64 Gd 156,9	65 Tb 159,2	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,2	69 Tm 169,4	70 Yb 173	71 Lu 175
AKTİNİTLER			89 Ac 227	90 Th 232,1	91 Pa 231	92 U 238,1	93 Np 237	94 Pu 244	95 Am 243	96 Cm 247	97 Bk 247	98 Cf 251	99 Es 252	100 Fm 257	101 Md 258	102 No 259	103 Lr 262

(Dünyamızdaki Kimyasal Elementlerin Tarihi ve Kullanımı). Kimya tarihi hakkında yazılmış hemen her kitapta benzeri duygulara rastlayabilirsiniz.

Günümüzde bilinen “yaklaşık 120” element vardır: doğada bulunan doksan iki element ve laboratuvarlarda yaratılan birkaç düzine daha. Gerçek sayının ne olduğu biraz tartışmalı bir konudur, çünkü ağır, sentezlenmiş elementler saniyenin milyonda biri kadar kısa süreler için var olur ve kimyacılar kimi zaman bu elementlerin gerçekten saptanmış olup olmadığı konusunda anlaşmazlığa düşerler. Mendeleyev’in zamanında yalnızca altmış üç element biliniyordu, ama Mendeleyev, bu kadarının tablonun tamamını doldurmayacağını, daha pek çok parçanın eksik kaldığını anlayacak kadar zekiydi. İleride bulunacak yeni elementlerin nerelere yerleştirileceklerini, tablosunda tatminkâr bir doğrulukla öngörüyordu.

Element sayısının daha ne kadar artabileceğini kimse bilemez, gerçi 168’den büyük her rakam, bir atom ağırlığı olarak “tam anlamıyla spekülatif’ sayılır. Mamafih, yeni keşfedilen her şeyin Mendeleyev’in şahane tablosunda yerini bulacağına kimsenin şüphesi yoktur.

On dokuzuncu yüzyıl, kimyacılara son bir büyük sürpriz daha hazırlamaktaydı. Her şey 1896’da Paris’te, Henri Becquerel’in ışık geçirmez kâğıtlara sarılı bir fotoğraf levhası üzerine yanlışlıkla koyduğu bir paket uranyum tuzunu çekmecesinde bırakmasıyla başladı. Bir süre sonra fotoğraf levhasını çekmeceden çıkardığı zaman, tuzun levha üzerinde karartıya benzer bir iz bıraktığını görerek çok şaşırdı: Levha adeta ışığa maruz kalmış gibiydi. Tuzlar bir nevi ışınım salıyor olmalıydı.

Becquerel, bulgulamış olduğu şeyin önemi göz önüne alınırsa çok yadırganacak bir şey yaptı: Konuyu araştırması için bir mastır öğrencisine havale etti. Bereket versin, söz konusu öğrenci Polonya’dan yeni göç etmiş olan Marie Curie idi. Çiçeği bumunda kocası Pierre’le birlikte çalışarak, belli bazı kaya türlerinin sürekli ve olağanüstü miktarlarda enerji saçtığını, üstelik bunu hacim kaybetmeksizin ve fark edilebilir hiçbir değişime uğramaksızın yaptığını bulguladı. Onun ve kocasının bilemeyecekleri, hatta ertesi yüzyıl Einstein tarafından izah edilene dek hiç kimsenin bilemeyeceği gerçek, söz konusu kayaların aşırı etkili bir biçimde kütleyi enerjiye çevirmekte olduğuydu. Marie Curie bu etkiyi “radyoaktiflik” diye adlandırdı. Çalışma süreçleri içinde, Curie’ler iki de yeni element buldular: Marie Curie’nin memleketinin adını verdikleri polonyum ve radyum. 1903’te Curie’ler Nobel Fizik Ödülü’nü Becquerel’le paylaştılar. (Marie

Curie 1911 ’de kimya dalında ikinci bir ödül kazanacak ve hem kimya hem de fizik dalında ödül alan tek kişi olacaktı.)

Montreal’deki McGill Üniversitesi’nde, Yeni Zelanda doğumlu Emest Rutherford bu yeni radyoaktif maddelere ilgi duymaya başladı. Frederick Soddy adında bir meslektaşıyla birlikte, bu maddelerin küçük miktarlarında muazzam enerji rezervleri bulunduğunu ve bu rezervlerdeki radyoaktif bozunmanın[7] Yerküre’nin sıcaklığından büyük ölçüde sorumlu olabileceğini keşfetti. Rutherford ile Soddy, radyoaktif elementlerin bozunarak başka elementlere dönüştüğünü de keşfettiler: Yani bugün sözgelimi bir uranyum atomunuz varken, yann bir kurşun atomunuz oluveriyordu. Bu hakikaten de olağanüstü bir şeydi. Simyanın ta kendisiydi, saf ve basit. Böyle bir şeyin doğada kendiliğinden olabileceğine kimse ihtimal vermemişti oysa.

Rutherford, her zamanki pragmatist tavrıyla, bunun pratikte değerli bir kullanım bulabileceğini gören ilk kişi oldu. Her radyoaktif madde örneğinin yarısının bozunması için gereken zaman miktarının (meşhur adıyla, yan-ömrün) her zaman aynı olduğunu ve bu sabit, güvenilir bozunma hızının bir nevi saat vazifesi görebileceğini fark etti. Bir maddenin şu anda ne kadar radyasyonu olduğundan ve hangi süratle bozunmakta olduğundan yola çıkarak geriye doğru hesaplarsanız, maddenin yaşını bulabilirdiniz. Fikrini bir parça uranyumlu maden cevheri üzerinde sınadı ve cevherin yaşını 700 milyon yıl olarak hesapladı: Yerküre’nin yaşı olarak çoğu insanın kabullenmeye hazır olduğundan çok daha büyük bir rakamdı bu.

1904 baharında Rutherford, Kraliyet Enstitüsü’nde konferans vermek üzere Londra’ya gitti. Kraliyet Enstitüsü, Rumford Kontu tarafından 105 yıl evvel kurulan saygıdeğer kuruluşun ta kendisiydi. Gerçi insanların pudralı perukalarla dolaştıkları o zamanlar, Viktorya dönemi sonlarının hoyrat, atak, kabına sığmaz enerjisiyle karşılaştırıldığında, aradan asırlar geçmiş gibi geliyordu. Rutherford’ın orada bulunma sebebi, yeni radyoaktif bozunma kuramı hakkında konuşma yapmaktı ve bu kuramın bir parçası olarak, sözü uranyumlu maden cevherine getirecekti. Rutherford, artık iyice ihtiyarlamış olan Kelvin’in de konferansı uyuklayarak da olsa takip etmekte olduğunu biliyordu. Bu yüzden gayet hatırşinas bir tavır takınarak, bir diğer ısı kaynağının keşfi halinde hesaplarının geçersizleşeceğini Kelvin’in kendi

ağzıyla söylemiş olduğuna dikkat çekti. Rutherford işte o diğer kaynağı bulmuştu. Radyoaktiflik sayesinde, Yerküre artık Kelvin'in hesaplarının izin verdiği yaştan, yani yirmi dört milyon yıldan çok daha yaşlı olabilirdi, ki besbelli öyleydi.

Kelvin, Rutherford'ın saygılı sunumu karşısında tatlı tatlı gülümsedi, ama aslında hiç etkilenmemişti. Güncellenen rakamları asla kabul etmedi ve Yerküre'nin yaşı üzerindeki çalışmalarının, bilime olan katkılarının en zekicesi ve en önemlisi olduğuna, hatta termodinamik alanındaki çalışmalarından çok daha değerli olduğuna ölene dek inandı.

Çoğu bilimsel devrim için geçerli olduğu gibi, Rutherford'ın yeni bulguları da herkesçe hoş karşılanmadı. Dublin Üniversitesi'nden John Joly, Yerküre'nin en fazla seksen dokuz milyon yıllık olduğunu 1930'lara kadar ısrarla iddia etti ve bu ısrarından onu ancak kendi ölümü vazgeçirebildi. Rutherford'ın öngördüğü uzun zaman dilimi kimilerine endişe kaynağı olmaya başladı. Ama radyometrik tarihlendirmeyle bile (bozunma ölçümleri bu adla anılır olacaktı) Yerküre'nin gerçek yaşına bir milyar yıl kadar farkla yaklaşabilmemiz için aradan onlarca yıl geçmesi gerekecekti. Bilim doğru yoldaydı, ama daha alınacak çok mesafe vardı.

Kelvin 1907'de öldü. Aynı yıl Dmitri Mendeleyev de son nefesini verdi. Kelvin gibi o da üretken çalışmalarını geride bırakalı çok olmuştu, ama son yıllarını Kelvin'e kıyasla daha huzursuz geçirdi. Mendeleyev yaşlandıkça hırçın ve aksi bir adam olup çıktı. Radyasyonun, elektronun ve yeni kanıtlanmış hiçbir şeyin varlığını kabul etmeye yanaşmadı. Son onyıllannın çoğunu Avrupa'nın dört bir yanında konuk olduğu laboratuvar ve konferans salonlarını hiddetle terk ederek geçirdi. 1955'te, 101 numaralı elemente onun anısına mendelevyum adı verildi. "Adına yaraşır biçimde," der Paul Strathem, "kararsız bir elementtir bu."

Radyasyon araştırmaları elbette kimsenin beklemediği sonuçlarla aldı yürüdü. 1900'lerin başlarında Pierre Curie, radyasyon hastalığının tipik belirtilerini göstermeye başladı. En belirginleri hafif kemik ağrılan ve kronik kırıklık hissi olan bu belirtiler, kuşkusuz zamanla kötüleşecekti. Gerçi bunu kesin olarak asla bilemeyeceğiz, çünkü Pierre Curie 1906'da Paris'te karşıdan karşıya geçerken bir at arabasının altında kalıp feci biçimde can verdi.

Marie Curie hayatının geri kalanını aynı alanda özgün çalışmalar yürüterek geçirdi. 1914'te meşhur Paris Üniversitesi Radyum Enstitüsü'nü kurdu. İki Nobel Ödülü'ne layık bulunduğu halde, Bilimler Akademisi'ne hiç seçilmedi. Bunun en önemli sebebi, Pierre'in ölümünden sonra evli bir fizikçiyle ilişkiye girmesiydi. Bu davranış, Fransa'da bile skandal yaratabilecek büyüklükte bir basiretsizlikti. Ya da en azından akademiyi yöneten yaşlı başlı adamların gözünde öyleydi.

Uzunca bir süre, radyoaktiflik gibi mucizevi biçimde enerjik bir şeyin mutlaka yararlı olması gerektiği varsayıldı. Yıllarca, diş macunu ve müshil imalatçıları ürünlerine radyoaktif toryum kattılar. En azından 1920'lerin sonlarına dek, New York'un Finger Lakes bölgesindeki Glen Springs Hotel (ve kuşkusuz daha pek çokları), "radyoaktif maden suyu kaynaklan"nın şifalı etkilerini iftiharla tanıttılar. Tüketim mallarında radyoaktif madde kullanımı 1938'e dek yasaklanmadı. Bu zamana gelindiğinde Madam Curie için artık çok geçti, çünkü 1934'te lösemiden ölmüştü. Radyasyon gerçekten de öyle zararlı ve kalıcıdır ki, şimdi bile Madam Curie'nin 1890'lardan kalma notlarına dokunmak son derece tehlikelidir. Kendisine ait laboratuvar kitapları kurşun-astarlı kutularda muhafaza edilir ve onları görmek isteyenlerin koruyucu giysiler giymeleri gerekir.

tik atombilimcilerin kendilerini farkında olmadan tehlikeye atarak fedakârca yürüttükleri yüksek-riskli çalışmalar sayesinde, yirminci yüzyıla girildiğinde Yerküre'nin hiç şüphesiz saygıdeğer bir yaşta olduğu açıklığa kavuşmuştu. Gerçi bu yaşın ne olduğunu herhangi birinin kesin olarak söyleyebilmesi için bilimin yarım asırlık bir mesafe daha katetmesi gerekecekti. Bu arada, bilim kendine yepyeni bir çağ doğurmak üzereydi: atom çağını.

1

sığın: mus olarak da bilinen, Kuzey Amerika'nın ve Avrasya'nın kuzey kesimlerinde yaşayan iri bir geyik türü. (ç.n.)

2

Deniz kıyısında deniz kabuklan satar. (ç.n.)

3

Günümüzde Londra Hayvanat Bahçesi olarak bilinir. (ç.n.)

4

tip örneği: kendi türünde tanımlanıp adlandırılan ilk örneğe verilen ad. (ç.n.)

5

Alüminyum, Amerikan İngilizcesinde *aluminum* olarak, İngiliz İngilizcesindeyse *aluminium* olarak yazılır. Bu yazım tutarsızlığı, Davy'nin alışılmadık bir kararsızlığından kaynaklanır. 1808'de bu elementi ilk defa izole ettiği zaman, ona *alumium* adını verdi. Dört yıl sonra her ne hikmetse fikrini değiştirip *aluminum'* da karar kıldı. Amerikalılar yeni terimi hiç itirazsız benimsediler, ama birçok İngiliz kullanıcı, *sodium* (sodyum), *calcium* (kalsiyum) ve *strontium* (stronsiyum) terimlerindeki -ium kalıbını bozduğu gerekçesiyle *aluminum'u* beğenmediklerinden, ona bir sesli harf ve dolayısıyla bir hece eklediler. Davy ayrıca, madencilerin kullandığı güvenlik lambasının da mucididir.

6

Yasa, çok daha sonralan, kimyanın temel bir ölçü birimi olan ve Avogadro'nun ölümünden uzun süre sonra onun adını alan Avogadro sayısının benimsenmesini sağladı. Bu sayı, 2,016 gram hidrojen gazında (ya da eşit hacimdeki bir diğer gazda) bulunan molekül sayısıdır. Değeri $6{,}0221367 \times 10^{23}$ olarak gösterilir, ki muazzam derecede büyük bir sayıdır bu. Kimya öğrencileri nicedir bu sayının ne kadar büyük olduğunu hesap ederek kendi aralannda bol bol eğlenmişlerdir. Dolayısıyla ben de size bu sayının, Amerika Birleşik Devletleri'ni 14,5 kilometre kalınlığında bir patlamış mısır tabakasıyla kaplamak için gereken mısır tanesi sayısına, ya da Pasifik Okyanusu'nun suyunu ihtiva edebilecek bardak sayısına, veya düzgünce istiflendiği zaman Yerküre'yi 322 kilometre kalınlığında bir tabaka halinde kaplayabilecek meşrubat kutusu sayısına eşit olduğunu söyleyebilirim. Aynı sayıda Amerikan senti, Yerküre'deki her insanı dolar trilyoneri yapmaya yetecek bir miktardır. Anlayacağınız, çok büyük bir sayıdır bu.

7

bozunma: kararsız bir atom çekirdeğinin parçacık ve enerji salarak daha hafif ve kararlı başka bir çekirdeğe dönüşmesi. (ç.n.)

16

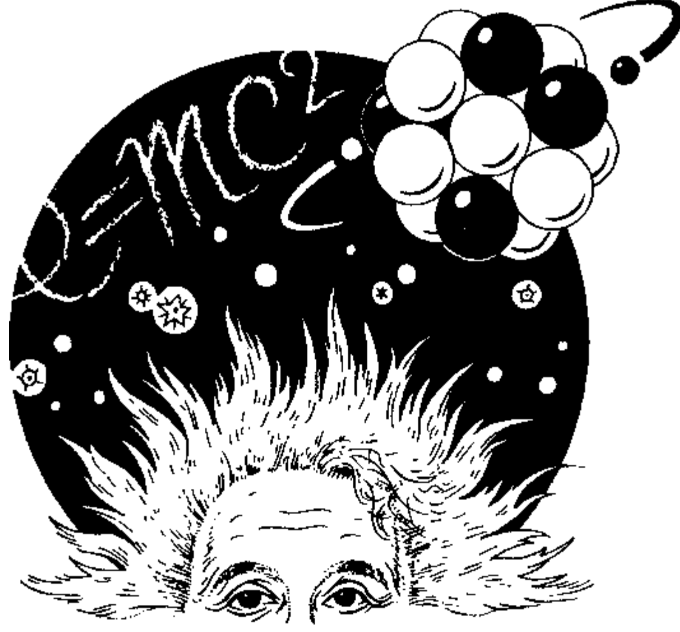
Quaker'lar: 17. yüzyıl ortalarında lngiltere'de ve Amerikan kolonilerinde ortaya çıkan Hıristiyan tarikatı. Quaker'lar Tanrı 'yı kavrayabilmek için dini kurumlara, din adamlarına ve ayinlere gerek olmadığını savunduklanndan, toplumsal reformlarda etkili olmuşlardır. (ç.n.)

1

1902 'de Bamum Brown tarafından bulunan ünlü Tyrannosaurus rex hariç.

III

YENİ BİR ÇAĞ DOĞUYOR



Fizikçiler, atomlar hakkında düşünen atomlardır.

Anonim

8

EINSTEIN'IN EVRENİ

On dokuzuncu yüzyıl sona ererken, bilim adanılan fizik dünyasının çoğu gizemini çözmüş olduklarını düşünmekte haklıydılar: Elektrik, manyetizma, gazlar, optik, akustik, kinetik ve istatistiksel matematik, bunlardan sadece birkaçıydı ve hepsi de emirlerine amadeydi artık. X ışınını, katot ışınını, elektronu ve radyoaktifliği keşfetmişler, om'u, vat'ı, Kelvin'i, jul'u, amper'i ve küçük erg'i icat etmişlerdi.

Sarkaç gibi sallandırılabilecek, hızı artırılabilecek, yörüngesinden saptırılabilecek, damıtılabilecek, birleştirilebilecek, tartılabilecek ya da gazlaştırılabilecek her şeye yapılabilecek her şeyi yapmışlardı. Bu süreç içinde öyle ağırlıklı ve muhteşem bir evrensel yasalar sistemi üretmişlerdi ki, bugün onları hâlâ büyük harflerle yazmaktan kendimizi alamayız: Işığın Elektromanyetik Alan Kuramı, Richter'in Eşdeğer Oranlar Yasası, Charles'ın Gazlar Yasası, Gay-Lussac (Birleşen Hacimler) Yasası, Termodinamiğin Sıfırıncı Yasası, Değerlik (Valans) Kavramı, Kütlenin Etkisi Yasası ve daha neler neler. Bu dâhiyane yasaların ürettiği makine ve cihazların tıngırtılan bütün dünyayı sarmıştı. Birçok akıllı insan, artık bilimin yapabileceği pek bir şey kalmadığına inanıyordu.

1875'te Kiel'de, Max Planck adında genç bir Alman, hayatını matematiğe mi, yoksa fiziğe mi adayacağına karar vermeye çalışırken, fiziği seçmemeye samimiyetle teşvik ediliyordu, çünkü bu alanda çığır açan buluşlar çoktan yapılmıştı. Yirminci yüzyılın bir takviye ve tasfiye yüzyılı olacağı konusunda Planck'a teminat verenler vardı. Planck onlara kulak asmadı. Kuramsal fizik öğrenimi gördü ve entropi (dağı) üzerinde canla başla çalışmaya koyuldu. Entropi, termodinamiğin merkezinde yer alan bir süreçti ve hırslı bir delikanlı için gelecek vaat etmekteydi.[1]

Planck çalışmasını 1891'de sonuçlandırdığı zaman üzülerek öğrendi ki, entropi konusundaki bu önemli çalışma da daha evvel çoktan yapılmıştı:

Yale Üniversitesi’nin utangaç bilginlerinden J. Willard Gibbs tarafından.

Gibbs, adı çoğu insan tarafından bilinmeyen en akıllı kişidir belki de. Varlığını neredeyse tamamen unutturacak derecede mütevazı biriydi ve üç yıllık eğitim amaçlı Avrupa seyahati hariç bütün hayatını, evi ile Yale kampusu arasında gidip gelerek, Connecticut’ın New Haven kentindeki üç blokluk bir alan içinde geçirdi. Yale’deki ilk on senesi süresince gidip maaşını almaya bile zahmet etmedi. (Geçimine yetecek kadar özel geliri vardı.) Bir profesör olarak üniversite kadrosuna katıldığı 1871’den 1903’teki ölümüne dek, verdiği derslerin sömestr başına çektiği ortalama öğrenci sayısı birin biraz üzerindeydi. Yazılı çalışmalarının takibi zordu ve pek çok kişinin hiç akıl erdiremediği özel bir işaret sistemi kullanıyordu. Ama o gizli kapaklı formüller arasında, son derece görkemli bir zekâyı gözler önüne seren parlak fikirler saklıydı.

Gibbs, 1875-78 yılları arasında, *On the Equilibrium of Heterogeneous Substances* (Heterojen Maddelerin Dengesi Üzerine) başlığı altında toplanan bir dizi bildiri üretti. William H. Cropper’ın sözleriyle, “gazların, karışımların, yüzeylerin, ka-tıların, faz değişimlerinin, ... kimyasal reaksiyonların, elektrokimyasal hücrelerin, sedimantasyonun ve osmozun,” yani galiba hemen her şeyin termodinamik ilkelerine göz kamaştırıcı bir ışık tutuyordu bu yapıt. Gibbs’in yaptığı, esas itibariyle şuydu: termodinamiğin yalnızca buhar makinesi gibi büyük ve gürültülü icatların üretimi ölçeğinde, ısı ve enerji için geçerli olmadığını, kimyasal reaksiyonlarda da atomik düzeyde mevcut ve etkili olduğunu göstermek. Gibbs’in *Equilibrium*’*u* “termodinamiğin *Principia's*ı” olarak nitelendirilmiştir. Ama spekülasyona açık sebeplerden ötürü, Gibbs bu öncü gözlemlerini Connecticut’ta bile kıyıda köşede kalmayı başaran bir dergide, *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences'da* yayınlamayı seçti. Planck da işte bu yüzden onun adını çok geç işitti.

Cesaretini yitirmeden (eh, belki biraz yitirerek) dikkatini başka meselelere çevirdi.[2] Birazdan bu meselelere geri döneceğiz, ama önce rotamızdan hafif (fakat yerinde!) bir sapma yaparak, Ohio’nun Cleveland kentine ve o zamanlar Case Uygulamalı Bilimler Okulu diye bilinen bir kuruma uğramamız lazım. Orada, 1880’lerde, Albert Michelson adında orta yaşlı bir fizikçi, kimyacı arkadaşı Edward Morley’nin de yardımıyla, bir

dizi deney yapmak üzere kollan sıvadı. Bu deneyler garip ve rahatsız edici sonuçlar üretecek ve sıradaki gelişmeleri büyük ölçüde etkileyecekti.

Michelson ile Morley, istemeden de olsa, uzun zamandır doğru kabul edilen bir inancın yanlışlığını kanıtlamış oldular. Bu inanç, *esir* (ya da ışık eteri) diye adlandırılan, kararlı, görünmez, ağırlıksız, sürtünmesiz ve ne yazık ki bütünüyle hayal ürünü bir ortamın evreni istila ettiği kanısıydı. Descartes’in kafasından çıkan, Newton tarafından benimsenen ve o zamandan beri hemen herkesin el üstünde tuttuğu esir ortamı, ışığın uzay boşluğunda nasıl yol aldığını açıklamanın bir yolu olarak, on dokuzuncu yüzyılda fiziğin can damarında sağlam bir yer edinmişti. 1800’lerde buna özellikle ihtiyaç vardı, çünkü ışık ve elektromanyetizma, dalgalar olarak, yani titreşim türleri olarak görülüyordu artık. Titreşimler de mutlaka bir şeyin *içinde* oluşmak zorundaydı. Âlimler esir ortamına işte bu yüzden muhtaçtılar ve ona dört elle sarıldılar. 1909 gibi geç bir tarihte, yani esir diye bir şeyin var olmadığının itiraz kabul etmeyecek biçimde kanıtlanmasının üstünden dört sene geçtikten sonra bile, büyük Ingiliz fizikçi J. J. Thomson şu fikrinde diretmekteydi: “Esir, spekülasyoncu filozofların fantastik bir icadı değildir; bizim için soluduğumuz hava kadar gereklidir.” Anlayacağınız, insanlar esirden vazgeçemez hale gelmişlerdi.

On dokuzuncu yüzyıl Amerika’sının bir fırsatlar ülkesi olduğunu örnek göstererek açıklamanız gerekse, Albert Michelson’ın yaşamöyküsünden daha iyisini zor bulursunuz. 1852’de Almanya-Polonya sınırında, ticaretle uğraşan yoksul bir Yahudi ailesinin oğlu olarak dünyaya gelen Michelson, çocuk yaşta ailesiyle birlikte Amerika Birleşik Devletleri’ne göç etti ve babasının bir mensucat işletmesi açtığı Califomia’nın “altına hücum” hareketine sahne olan topraklarında, bir maden kampında büyüdü. Ailesi eğitime para ayıramayacak kadar yoksuldu. Bunun üzerine Washington D.C.’ye giden Michelson, Beyaz Saray’ın ön kapısı civarında dolanmaya başladı. Amacı Başkan Ulysses S. Grant’i günlük yürüyüşüne çıktığı sırada yakalayıp konuşmaktı. (Belli ki oldukça masum bir yaştaydı.) Bu yürüyüşler sırasında Başkan’ın gözüne girmeyi başarmış olacak ki, Grant onu ABD Deniz Kuvvetleri Akademisi’nde parasız okutmayı kabul etti. Michelson’ın fizik bilgisini edindiği yer, işte orası oldu.

On sene sonra Cleveland'daki Case Okulu'nda profesördü artık. *Esir rüzgârı* denen şeyi ölçme fikri aklını o sıralar çelmeye başladı. Esir rüzgârı, uzayda hızla ilerleyen hareketli cisimler tarafından üretilen bir tür baş rüzgânydı[3]. Newtoncu fiziğin tahminlerinden biri de şuydu: Işık esirin içinde kendine yol açtıkça, gözlemcinin ışık kaynağına yaklaşmakta mı yoksa ondan uzaklaşmakta mı olduğuna bağlı olarak, ışık hızının gözlemciye göre değişkenlik göstermesi gerekirdi. Ama kimse bunu ölçmenin bir yolunu bulabilmiş değildi. Michelson'ın aklına, Yerküre'nin altı ay boyunca Güneş'e yaklaştığı, altı ay boyunca ondan uzaklaştığı geldi ve şu sonuca vardı: Zıt mevsimlerde ışığın Güneş'ten Yerküre'ye ulaşma süresini yeterince dikkatli ölçümlerle saptadığınız ve bu iki sonucu karşılaştırdığınız takdirde, cevaba ulaşmış olurdunuz.

Michelson, telefonun yeni-zengin mucidi Alexander Graham Bell'le görüşüp, kendi tasarımı olan girişimölçer (interferometre) adlı aygıtın yapımı için para temin etmesini istedi. Girişimölçer sayesinde ışığın hızı kesinkes ölçülebilecekti. Sonra, güler yüzlü ama anlaşılmaz bir adam olan Morley'nin de yardımıyla, yıllarca sürecek titiz ölçümlere girişti. Iş son derece hassas ve yorucuydu, üstelik Michelson kısa ama şiddetli bir sinir krizi geçirince bir süreliğine askıya alınması gerekti. Yine de 1887'de çalışmalarını tamamladılar. Aldıkları sonuç, iki bilim adamının bulmayı beklediklerine hiç mi hiç benzemiyordu.

Kip S. Thorne, California Teknoloji Enstitüsü'nün astrofizikçisi olarak şunları yazmıştır: "Işık hızının, *tüm* istikametlerde ve *tüm* mevsimlerde aynı olduğu anlaşıldı." İki yüzyıldır, hatta dakikası dakikasına 200 yıldır, Newton'ın yasalarının her zaman her yerde geçerli olmayabileceği kuşkusu yaratan ilk ipucuydu bu. Michelson-Morley deneyinin neticesi, William H. Cropper'ın sözleriyle, "fizik tarihinin belki de en meşhur olumsuz sonucu" oldu. Michelson bu çalışmasından dolayı Nobel Fizik Ödülü'nü ve bu şerefe nail olan ilk Amerikalı unvanını kazandı kazanmasına, ama deneyin üstünden tam yirmi yıl geçtikten sonra. Bu arada, Michelson-Morley deneyleri, bilimsel düşünce geçmişinin üstünde nahoş bir küf kokusu gibi dolanacaktı.

Yirminci yüzyıla girildiğinde, bilimin işinin bittiğine ve bir *Nature* yazarının sözleriyle "eklenecek birkaç küçük burç ve kulecik, işlenecek

birkaç çatı kabartması dışında” keşfedilebilecek pek bir şey kalmadığına inananlar arasına, ilginçtir ki bu reformcu keşfin sahibi Michelson da katılmıştı.

Halbuki dünya elbette ki, çoğu insanın *hiç* akıl erdiremeyeceği ve kimsenin *her şeye* akıl erdiremeyeceği bir bilim asrına girmek üzereydi. Bilim adamları yakında parçacık ve karşı-parçacıkların akıllara durgunluk veren âleminde kaybolacaklardı. Bu âlemde her şey, saniyenin milyarda birini tekdüze ve sıkıcı gösterecek kısalıktaki zaman birimleri içinde bir var oluyor, bir yok oluyordu. Bu âlemde her şey yabancıydı. Bilim, nesnelerin görülebildiği, tutulabildiği ve ölçülebildiği makrofızik dünyasından, olayların hayal edilemeyecek kadar küçük ölçeklerde akıl almaz hızlarla vuku bulduğu mikrofızik dünyasına geçmekteydi. Kuvantum çağına girmek üzereydik ve kapıyı zorlayacak olan ilk kişi, şimdilik şansı hiç yaver gitmemiş olan Max Planck olacaktı.

1900’de, artık Berlin Üniversitesi’nin kuramsal fizikçileri arasına katılmış ve yaşı kırk ikiyi bulmuş olan Planck, yeni bir “kuvantum kuramı” açıkladı. Bu kuram, enerjinin akarsu gibi süreklilik arz eden bir şey olmadığını, Planck’ın kuvantumlar diye adlandırdığı ayrı paketler halinde oluştuğunu öne sürüyordu. Bu sahiden de yeni, ama aynı zamanda kullanışlı bir kavramdı. Kısa vadede, ışığın ille de bir dalga olması gerekmediğini göstererek, Michelson-Morley deneyleriyle ortaya çıkan bulmacanın çözümüne yardımcı olacaktı. Daha uzun vadede, modem fiziğin temellerini atacaktı. Kısacası bu kuram, dünyanın değişmek üzere olduğunun ilk habercisiydi.

Ama yeni bir çağın doğuşunu müjdeleyen asıl dönüm noktası, 1905’te genç bir isviçreli bürokratın kaleminden çıkmış bir dizi bildirinin Alman fizik dergisi *Annalen der Physik'te* yayınlanması oldu. Bu adamın hiçbir üniversiteyle bağlantısı yoktu, hiçbir laboratuvara giriş hakkı yoktu ve Bern’deki ulusal patent bürosundakin-den daha büyük hiçbir kütüphaneden düzenli olarak yararlanmamıştı. O büroda üçüncü sınıf teknik uzman olarak çalışmaktaydı. (ikinci sınıf teknik uzmanlığa yükseltilme başvurusu daha yeni reddedilmişti.)

Adı Albert Einstein’dı ve son derece faal geçen bir tek sene içinde *Annalen der Physike* beş bildiri sunmuştu. Bunlardan üçü, C. P. Snow’a

göre, “fizik tarihinin en müthişleri arasındaydı.” Birincisi Planck’ın yeni kuvantum kuramı yardımıyla fotoelektrik etkiyi inceliyor, ikincisi asıltı durumundaki küçük parçacıkların davra-nımını (Brown hareketi diye adlandırılan şeyi) konu alıyor, üçüncüsü de özel bir görelilik (rölativite) kuramını ana hatlarıyla belirliyordu.

Birincisi, yazarına bir Nobel Ödülü kazandırdı ve ışığın doğasını izah etti. (Ayrıca televizyon yapımının mümkün hale gelmesine ve daha pek çok şeye katkısı oldu.)[4] İkincisi, atomların gerçekten de var olduğunu kanıtladı. (Bu konuda nedense hâlâ biraz ihtilaf vardı.) Üçüncüsüyse dünyayı değiştirdi.

Einstein 1879’da Almanya’nın güneyindeki Ulm’da doğup, Münih’te büyüdü. Çocukluğuna bakarak onun ileride büyük adam olacağını tahmin etmek zordu. En ilginci, üç yaşına kadar konuşmayı öğrenememesiydi. 1890’larda babasının elektrik atölyesi batınca, ailesi Milano’ya taşındı, ama artık ergenlik çağına gelmiş olan Albert eğitimine devam etmek üzere İsviçre’ye gitti. Ne çare ki, daha ilk denemede üniversite giriş sınavlarında başarısız olacaktı. 1896’da askerlik mecburiyetinden kurtulmak için Alman vatandaşlığından vazgeçip, Zürih Politeknik Enstitüsü’nün liselere seri üretimle fen öğretmeni yetiştirmeyi amaçlayan dört-senelik bir bölümüne girdi. Parlak, ama öne çıkmayan bir öğrenciydi.

1900’de mezun oldu ve bir iki ay içinde *Annalen der Physike* yazı vermeye başladı. tik bildirisi, (nereden aklına geldiyse) içme kamışlarındaki akışkanların fiziği üzerineydi ve Planck’ın kuvantum kuramıyla aynı sayıda yayınlandı. 1902’den 1904’e kadar istatistiksel mekanik alanında bir dizi bildiri üretti, ama aynı çalışmanın Connecticut’ta sessiz sedasız iş çıkarmakta olan J. Willard Gibbs tarafından da yapılmış olduğunu öğrendiğiyle kaldı. Gibbs bu çalışmasını 190 l ’de *Elemental Principles of Statistical Mechanics* (istatistiksel Mekaniğin Temel tlkeleri) başlıklı yapıtına aktarmıştı.

Albert aynı dönemde, okul arkadaşlarından biri olan Macar Mileva Maric’e gönlünü kaptırdı. 1901’de evlilik dışı bir çocukları dünyaya geldi: bir kız. Bebeği sessiz sedasız evlatlık verdiler. Einstein çocuğunu hiç görmedi. iki sene sonra Maric’le evlendi. Bu iki olay arasında (1902’de) İsviçre patent bürosunda iş buldu ve yedi yıl orada çalıştı. İşini seviyordu:

Onu fizikten koparabilecek kadar olmasa da, ilgisini çekecek kadar kışkırtıcı bir işti. 1905'te Özel Görelilik Kuramı'nı ürettiği dönemin arka planında işte bu hikâyeler vardı.

"Hareketli Cisimlerin Elektrodinamiği Üzerine" başlıklı bildirisi, içeriğiyle olduğu kadar sunum tarzıyla da gelmiş geçmiş en olağanüstü ilmi bildirilerden biriydi. Dipnotlara ya da alıntılara yer vermiyor, hemen hiç matematik içermiyor, oluşumuna etkide bulunmuş ya da öncülük etmiş herhangi bir çalışmaya değinmiyor ve yalnızca tek bir kişiye yardımlarından ötürü teşekkür ediyordu: patent ofisinden Michele Besso adında bir meslektaşa. "Sanki," diye yazdı C. P. Snow, "Einstein bu sonuçlara salt düşünerek varmıştı, hiç yardım almadan, başkalarının fikirlerini dinlemeden. Ne ilginçtir ki, işin aslı da aynen buydu."

Ünlü denklemi $E=mc^2$, bildiride yer almıyordu. Birkaç ay sonra çıkacak kısa bir ekte sunulacaktı. Okul günlerinizden hatırlayacağınız gibi, bu denklemde E enerjiyi, m kütleyi ve c^2 de ışık hızının karesini temsil eder.

Denklem, en basit ifadeyle, kütle ile enerji arasında bir eşdeğerlik olduğunu söyler. Onlar aynı şeyin iki formudur: Enerji serbest bırakılmış maddedir, maddeyse meydana çıkmayı bekleyen enerji. c^2 (ışık hızının kendisiyle çarpımı) son derece muazzam bir sayı üreteceğine göre, denklem bize, her maddi varlıkta büyük miktarda (hem de çok büyük miktarda) enerji bulunduğunu söylemektedir.[5]

Kendinizi aşırı cüsseli hissetmeyebilirsiniz, ama eğer ortalama irilikte bir yetişkinseniz o naçizane bedeniniz içinde barındırdığınız enerji 7×10^{18} jul potansiyel enerjiden daha az olmayacaktır. Onu nasıl serbest bırakacağınızı bilmeniz ve bunun bir anlamı olacağına yürekten inanmanız kaydıyla, otuz tane çok büyük hidrojen bombası kuvvetiyle patlamanıza yetecek bir miktardır bu. Bu zapt edilmiş enerji çeşidi her şeyin içinde mevcuttur. Tek sorun, bu enerjiyi açığa çıkarmakta çok usta olmayışımızdır. Şimdiye dek ürettiğimiz en enerjik şey olan uranyum bombası bile, biz biraz daha becerikli olsaydık serbest bırakabileceği enerjinin yüzde l 'inden azını açığa çıkarır.

Einstein'ın kuramı, başka pek çok şeyin yam sıra radyasyonun nasıl işlediğine de açıklama getirdi: Bir topak uranyum, nasıl olup da

durmaksızın yüksek düzeyde eneıji akımları gönderebiliyor ve bunu yaparken bir parça buz gibi eriyip gitmiyordu? (Nasıl olacak? $E=mc^2$ sayesinde kütlesini ustalıkla enerjiye çevirerek tabii.) Yıldızların yakıtlarını tüketmeden nasıl olup da milyarlarca yıl yanabildikleri de böylelikle izah edilmiş oldu. (Yine $E=mc^2$.) Bir çırpıda, kısacık, basit bir formülle, Einstein jeologlara ve astronomlara milyarlarca yıl sefasını sürebilecekleri bir kolaylık ihsan etmişti. Her şey bir yana, Özel Görelilik Kuramı ışık hızının sabit ve üstün olduğunu gösteriyordu. Hiçbir şey ışık hızına yetişemezdi. Einstein, evrenin doğasına yönelik anlayışımızın can evine ışık tuttu. (Işık derken cinas yapmaya filan çalışmıyorum, bildiğimiz ışığı kastediyorum.) Keza, esir meselesini de, esir diye bir şeyin var olmadığını açıkça ortaya koyarak çözmüş oldu ve bize varlığı esirin varlığına bağlı olmayan bir evren verdi.

Fizikçilerin, İsviçre patent bürosu çalışanlarının beyanlarına çok itibar ettikleri söylenemez. Dolayısıyla Einstein'ın bildirileri, içerdikleri havadis bolluğuna rağmen çok az ilgi çekti. Evrenin en derin gizemlerinden birkaçını kuramıyla çözmüş olan Einstein, öğretim üyeliği için bir üniversiteye başvurdu ve reddedildi. Sonra öğretmenlik için bir liseye başvurdu ve yine reddedildi. Bunun üzerine üçüncü sınıf uzman olarak çalışmayı sürdürdü, ama düşünmeye devam etmekten elbette geri kalmadı. Daha yolun çok başındaydı aslında.

Şair Paul Valery bir defasında Einstein'a fikirlerini kaydetmek için bir defter tutup tutmadığını sormuş. Einstein ona ölçülü ama gerçek bir hayretle bakmış. “Ah, hiç lüzum yok ki,” diye cevap vermiş. “Aklıma nadiren bir fikir gelir.” Geldiği zaman genellikle çok iyisinin geldiğini belirtmeme gerek yoktur herhalde. Einstein'ın sıradaki fikri, tüm zamanların en müthiş fikirlerinden biriydi, hatta atombilimin titiz bir tarihçesini yazan Boorse, Motz ve Weaver'a göre, en müthişiydi. “Tek bir aklın eseri olarak,” diye yazdılar, “bu fikir hiç şüphesiz insanlığın en yüksek entelektüel başarısıdır.” Bu sözler, olabildiğince güzel bir komplimandı elbette.

1907'de (bazı kaynaklarda yazıldığı üzere), Albert Einstein bir işçinin çatıdan düşüşüne tanık oldu ve kütleçekimine kafa yormaya başladı. Maalesef, pek çok iyi hikâye gibi bu hikâyenin de doğruluğu kuşkuludur.

Einstein’a soracak olursanız, kütleçekimi konusu kafasına takıldığında tek yaptığı bir koltukta oturmaktı.

Gerçek şu ki, Einstein’ın aklına esen fikir, kütleçekimi konusunu açıklığa kavuşturan bir çözümden ziyade, çözümün başlangıcını andırıyordu, zira Einstein özel kuramda eksik kalan şeylerden birinin de kütleçekimi olduğunun başından beri farkındaydı. Özel kuramın “özel” olan yanı, esas itibariyle hiç engellenmeden hareket eden şeyleri ele alıyor olmasıydı. Ama ya hareketli bir şey (her şeyden önce ışık mesela) kütleçekimi gibi bir engelle karşılaştığı zaman neler olurdu? izleyen on yıl boyunca düşüncelerini işgal edecek bir soruydu bu ve 1917’de “Genel Görelilik Kuramı Üzerine Kozmolojik Düşünceler” başlıklı bildiriyi doğuracaktı. 1905’in Özel Görelilik Kuramı elbette çok derin ve önemli bir çalışmaydı, ama C. P. Snow’un gözlemlediği gibi, bu kuram Einstein’ın kafasından çıkmış olmasaydı, muhtemelen beş sene içinde başka birinin kafasından çıkacaktı: Keşfedilmeyi bekleyen bir fikirdi yani. Ama Genel Görelilik Kuramı bambaşka bir şeydi. “Genel kuram olmasaydı,” diye yazdı Snow 1979’da, “bugün hâlâ onu bekliyor olurduk herhalde.”

Piposu, yapmacıksız kalenderliği ve elektriğe tutulmuş gibi görünen darmadağınık saçlarıyla Einstein, ilelebet gözlerden ırak kalamayacak kadar ilginç bir şahsiyetti. Nitekim 1919’da, savaş sona erdikten sonra, dünya ansızın onu keşfetti. Neredeyse aynı anda, Einstein’ın görelilik kuramları sıradan insanlar tarafından kavranması imkânsız teoriler olarak ünlendi. David Bodanis’in *E=mc²* adlı kitabında belirttiği gibi, onu haber yapmaya karar veren *New York Times* gazetesinin (sebebi hâlâ merak edilen bir tercihle) golf muhabiri Henry Crouch’u röportaja göndermesi bile, işleri kolaylaştırmadı.

Konu kaçınılmaz olarak Crouch’un boyunu aşınca adamcağız hemen her şeyi yanlış anladı. Haberinin en kalıcı hatalarından biri de, Einstein’ın “bütün dünyada yalnızca on iki adamın kavrayabileceği” bir kitap yayınlamayı göze alan babayiğit bir yayıncı bulmuş olduğu iddiasıydı. Oysa ortada ne öyle bir kitap, ne öyle bir yayıncı, ne de öyle bir aydın topluluğu vardı, ama bu kanı belleklere kene gibi yapıştı kaldı. Çok geçmeden, göreliliği kavrayabilen insan sayısı toplumun gözünde daha da aşağılara

indi. Bilimsel otoritelerin bu efsaneye son vermek için pek bir şey yapmadıklarını da belirtmeden geçmemeli.

Gazetecinin biri, İngiliz astronom Sir Arthur Eddington'a dünyada Einstein'ın görelilik kuramlarını anlayabilen üç kişiden biri olduğu görüşünün doğru olup olmadığını sorduğu zaman, Eddington uzun uzun düşündükten sonra şöyle yanıt vermiş: "Üçüncü kişinin kim olduğunu bulmaya çalışıyorum." Aslına bakarsanız, göreliliğin zor olan yanı bir sürü diferansiyel denklem, Lorentz dönüşümü ve daha pek çok komplike matematik işlemi içermesi değildi. (Gerçi içermesine içeriyordu: Bazıları için Einstein'ın bile yardıma ihtiyacı olmuştu.) Sorun, bu kuramın sezgisel algıya tam anlamıyla meydan okumasından kaynaklanıyordu.

Görelilik esasen şunu söyler: Uzay ve zaman mutlak değildir, hem gözlemciye hem de gözlemlenen şeye göre değişir ve kişi ne kadar hızlı hareket ederse bu etkiler o kadar belirginleşir. Hareketimizi asla ışık hızına ulaştıramayız. Ne kadar uğraşırsak (ve ne kadar hızlı gidersek) dışarıdan bakan bir gözlemciye göre, giderek distorsiyona [6] uğrarız.

Bilimi halka sevdirmek isteyenler hemen kolları sıvayıp, bu kavramları geniş kitleler için anlaşılır kılmanın yollarını bulmayı denediler. En azından ticari açıdan daha başarılı olan girişimlerden biri de, matematikçi ve filozof Bertrand Russell'ın *The ABC of Relativity* (Rölativitenin Alfabesi) adlı yapıtıydı. Bu yapıtında Russell, daha sonra defalarca kullanılacak olan bir benzetmeye yer veriyordu. Okuyucudan, ışık hızının yüzde 60'ına denk bir hızla yol alan, yüz metre uzunluğunda bir tren düşünmesini istiyordu. Peronda dikilip trenin geçişini seyreden birine, tren yalnızca seksen metre uzunluğundaymış gibi görünür ve üzerindeki her şey aynı oranda kısalıp sıkışırdı. Trendeki yolcuların konuşmalarını işitebilseydik, sesler kulağımıza kalın ve ağır gelirdi: tıpkı çok yavaş çalınan bir plak gibi. Hareketleri de gözümüze aynı şekilde ağır gözükürdü. Trendeki saatler bile normal hızlarının yalnızca beşte dördü hızla işler gibi görünürdü.

Gelgelelim, trendeki insanlar bu distorsiyonları hiç hissetmezlerdi. (işin can alıcı noktası da işte buydu.) Onlara göre, trendeki her şey gayet normal gözükürdü. Onlara sorarsanız, tuhafça sıkıştırılmış ve yavaşlamış görünen tek şey peronda duran bizler olurduk. Gördüğünüz gibi, her şey hareket eden cisme göre hangi konumda bulunduğunuzla alakalıydı.

Bu etki aslında her hareket edişinizde oluşur. Uçakla Amerika Birleşik Devletleri'nin bir ucundan öteki ucuna gittiğiniz takdirde, uçaktan indiğiniz zaman geride bıraktığınız kişilerden kenzilyonda bir saniye kadar genç olursunuz. Odanın bir ucundan öteki ucuna yürürken bile kendi zaman ve uzay deneyiminizi hafifçe değiştirirsiniz. Saatte l 60 kilometre hızla fırlatılan bir beysbol topunun yere düşene kadar 0,000000000002 gram kütle kazandığı hesaplanmıştır. Sorun, bu değişimlerin bize göre en ufak bir saptanabilir fark bile yaratamayacak kadar küçük olmasıdır. Ama benzer değişimler, evrendeki başka şeyler için, yani ışık, kütleçekimi ve evrenin kendisi için, önemli sonuçlara yol açar.

Görelilik mefhumlarını yadırgıyorsanız, bunun tek sebebi normal hayatımızda bu tür etkileşimler yaşamıyor oluşumuzdur. Yine de, Bodanis'in kitabına geri dönecek olursak, başka görelilik çeşitleriyle hepimiz her zaman karşılaşırız: Mesela ses konusunda. Diyelim ki bir parktasınız ve biri sinir bozucu bir müzik çalıyor. Daha uzak bir noktaya gittiğiniz takdirde müzik sesinin kısılmış gibi geleceğini bilirsiniz. Sebep sesin *gerçekten* kısılmış olması değildir elbette, müzik kaynağına göre konumunuzun değişmiş olmasıdır, hepsi bu. Gümbür gümbür çalınan bir müziğin iki farklı gözlemci tarafından iki farklı yükseklikte algılanabileceği fikri, çok küçük ya da ağırkanlı bir şeye, mesela bir sümüklüböceğe inanılmaz gelebilir.

Genel Görelilik Kuramı'nda yer alan tüm kavramların en meydan okuyucu ve sezgisellikten uzak olanı, zamanın uzayın parçası olduğu fikridir. içgüdülerimiz bizi, zamanı ebedi, mutlak, değişmez bir şey olarak görmeye sevk eder: Tiktakların kararlı temposunu hiçbir şeyin bozamayacağına inanırız. Halbuki Einstein'a göre, zaman kararsızdır ve durmadan değişir. Biçimi bile vardır. Uzay-zaman diye bilinen alışılmadık bir boyutta, uzayın üç boyutuyla iç içe geçmiştir: Stephen Hawking'in ifadesiyle, hepsi birbirine "ayrılmaz biçimde" bağlıdır.

Uzay-zaman genellikle şöyle açıklanır: Üzerine ağır ve yuvarlak bir nesne, mesela demir bir top konulmuş, yassı ama esnek bir madde, mesela bir şilte ya da gerilmiş lastikten bir çarşaf düşünün. Demir topun ağırlığı, üstünde durduğu maddeyi esnetir ve hafifçe çökertip çukurlaştırır. Bu durum, kaba bir kıyaslamayla, Güneş (demir top) gibi büyük kütleli bir

cismin uzay-zaman (esnek madde) üzerindeki etkisine benzetilebilir: Esnetir, büker ve çarpıtır. Lastik çarşafın üstüne, bu sefer daha küçük bir top yuvarlayacak olursanız, top Newton'ın hareket yasalarına uygun olarak düz bir çizgi doğrultusunda ilerlemeye çalışır, ama büyük kütleli cismin çöküp çukurlaştırdığı bölgeye yaklaşınca, kendisinden daha kütleli olan cisme doğru mecburen çekilip, aşağıya yuvarlanır. İşte bu, kütle-çekimidir: uzay-zamandaki eğrilmenin bir sonucu.

Kütlesi olan her nesne, kozmos kumaşı üstünde küçük bir çöküntü yaratır. Dolayısıyla evren, Dennis Overbye'ın ifadesiyle, "çöküp çukurlaşan en büyük şilte"dir. Kütleçekimi, bu açıdan bakıldığında, çok önemli bir sonuç olmaktan çıkar. Fizikçi Michio Kaku'nun sözleriyle, "bir 'kuvvet' değil, uzay-zamandaki çarpılmanın bir yan-ürünüdür." Kaku şöyle devam eder: "Bir bakıma, kütleçekimi diye bir şey yoktur; gezegenleri ve yıldızları hareket ettiren şey, uzayın ve zamanın distorsiyona uğramasıdır."

Elbette, çöküp çukurlaşan şilte benzetmesi bizi ancak bir yere kadar götürebilir, çünkü zamanın etkisini içermemektedir. Ama zaten beyinlerimiz de bizi ancak oraya kadar götürebilecektir, çünkü üç parçası uzayı, bir parçası da zamanı kapsayan (ve hepsi de ekose desenli bir kumaş gibi iç içe geçmiş olan) bir boyutu gözümüzde canlandırmamız neredeyse imkânsızdır. Her şeye rağmen, İsviçre'nin başkentinde bir patent bürosunun penceresinden dışarısını seyreden genç bir adam için bunun son derece müthiş bir düşünce olduğu konusunda sanırım hemfikiriz.

Einstein'ın Genel Görelilik Kuramı, başka pek çok şeyin yanı sıra, evrenin ya genişlemekte ya da daralmakta olduğunu da öne sürüyordu. Ama Einstein bir kozmolog değildi: Geçerlikteki ilmi görüşü, yani evrenin sabit ve ebedi olduğu fikrini mecburen kabul etti. Az çok tepkisel bir tavırla, denklemlerine *kozmolojik sabit* diye bir şey iliştirdi. Bu sabit, bir nevi matematiksel "pause" düğmesi yerine geçerek, kütleçekiminin etkilerini keyfince dengeliyordu. Bilim tarihini konu alan kitaplarda Einstein'ın bu küçük kusuru her zaman görmezden gelinir, ama aslında bilim adına oldukça kritik bir karardı ve Einstein da bunu biliyordu. O sabit için, "hayatımın en büyük gafı" derdi.

Tesadüf bu ya, tam da Einstein'ın kuramına kozmolojik bir sabit iliştirmekte olduğu sıralar Arizona'daki Lowell Gözlemevi'nde, Vesto

Slipher gibi neşeli, galaksilerarası bir adı olan Indianalı bir astronom uzak yıldızların spektrografik ölçümlerini almakta ve onların bizden uzaklaşır gibi gözüktüğünü keşfetmekteydi. Evren statik değildi. Slipher'ın baktığı yıldızlar bir Doppler etkisinin[7] başka bir şeyle karıştırılamayacak derecede net belirtilerini gösteriyordu. Bir yarış pistinde önümüzden yıldırım hızıyla geçen otomobillerin çıkardıkları (önce incelip, sonra kalınlaşan) *yee-yummm* sesinin ardında da aynı mekanizma vardır. Bu fenomen ışık için de geçerlidir. Uzaklaşan galaksiler için söz konusu olduğunda, *kırmızıya kayma* olarak bilinir. (Çünkü bizden uzaklaşan ışık tayfın kırmızı ucuna, yaklaşan ışıksa mavi ucuna doğru kayar.)

Slipher bu etkiyi ışıkta fark eden ve kozmosun hareketlerini anlamamız açısından taşıdığı potansiyel önemi gören ilk kişiydi. Ne yazık ki kendisini pek fark eden olmadı. Hatırlayacağınız gibi, Percival Lowell'ın Mars'taki kanallara sardığı merak 1910'larda gözlemevini astronomik çalışmaların (her bakımdan) merkezi haline getirmiş, bu saplantı yüzünden Lowell Gözlemevi'ne biraz garip gözüyle bakılır olmuştu. Einstein'ın görelilik kuramından Slipher'ın haberi yoktu ve dünya da Slipher'dan aynı derecede bihaberdi. Dolayısıyla bulgusu hiç ses getirmedi.

Şöhret bu defa Edwin Hubble adında koca bir ego kütlesine nasip olacaktı. Hubble 1889'da, yani Einstein'dan on sene sonra, Ozark'ların eteğindeki küçük bir Missouri kasabasında doğmuş, orada ve Illinois'da (Chicago'nun bir banliyösü olan Wheaton kasabasında) büyümüştü. Babası başarılı bir sigorta yöneticisiydi, dolayısıyla hayat Edwin için her zaman kolay olmuştu. Üstelik fiziksel açıdan da doğuştan avantajlıydı. Kuvvetli ve kabiliyetli bir atletti; çekici, akıllı, olağanüstü güzel bir adamdı. William H. Cropper'ın tanımıyla "haddinden fazla", başka bir hayranının sözleriyle (Afrodit'in kalbini çalan) "Adonis kadar" yakışıklıydı. Kendi anlattıklarına bakılırsa, boğulmakta olan yüzücüleri kurtarmak, dehşete düşmüş adamları Fransa'nın savaş meydanlarından güvenliğe taşımak, dünya şampiyonu boksçuları gösteri müsabakalarında yere serip rezil etmek gibi oldukça fazla sayıda kahramanlığı da hayatına sığdırmayı başarmıştı. Her şey gerçek olamayacak kadar güzel görünüyordu. Gerçek de değildi zaten. Çok yetenekli olması bir yana, Hubble müzmin bir yalancıydı.

Bu durum garip denip geçilecek türden bir şey değildi, çünkü Hubble'ın hayatı genç yaşlarından itibaren bazen neredeyse gülünç derecede talihli ayrıcalıklarla doluydu. 1906'da tek bir okul müsabakasında, sırıkla yüksek atlama, gülle atma, disk atma, çekiç atma, ayakta yüksek atlama ve koşarak yüksek atlama dallarında birincilik kazanmış, bayrak koşusunda galip gelen takımda yer almıştı: Tek bir atletizm yarışmasında yedi birincilik demekti bu. Ayrıca uzun atlamada üçüncü olmuştu. Aynı sene, Illinois'da yüksek atlamada eyalet rekoru kırdı.

Öğrencilikte de aynı derecede maharetliydi. Fizik ve astronomi okumak için Chicago Üniversitesi'ne başvurduğunda kabul edilmekte hiç zorlanmadı. (Tesadüf bu ya, söz konusu bölümün başkanı Albert Michelson'dı.) Ve işte şimdi de Oxford Üniversitesi'nin ilk Rhodes burslularından biri olmaya hak kazanmıştı. İngiltere'de geçirdiği üç yıl başını döndürmüş olacak ki, 1913'te Wheaton'a döndüğünde, üstünde pelerin, ağzında pipo vardı ve tumturaklı bir aksanla konuşuyordu. İngilizlerinkini andıran ama İngiliz denmeye de bin şahit isteyen bu aksandan hayatı boyunca vazgeçmeyecekti. Sonradan yüzyılın ikinci onyılının çoğunu Kentucky'de avukatlık yaparak geçirdiğini iddia etse de, aslında İndiana'nın New Albany kasabasında lise öğretmeni ve basketbol koçu olarak çalışmış, arkasından doktora çalışmasını gecikmeli olarak tamamlayıp, çok kısa bir süre için orduya katılmıştı. (Fransa'ya ateşkesten bir ay önce vardığını dikkate alırsak, hiddetle ateşlenen hiçbir bir silah sesi duymadığına kesin gözüyle bakabiliriz.)

1919'da artık otuz yaşına gelmiş olan Hubble, Califomia'ya taşındı ve Los Angeles yakınındaki Wilson Dağı Gözlemevi'nde çalışmaya başladı. Süratli ve epey umulmadık bir gelişmeyle, yirminci yüzyılın en güzide astronomu oldu.

O sıralar kozmos hakkında bilinenlerin ne kadar az olduğunu algılayabilmek için burada biraz duraklamaya değer. Günümüzde astronomlar görülebilir evrende belki 140 milyar galaksi bulunduğuna inanıyorlar. Muazzam bir sayıdır bu, sayısal değeri üstünde yoğunlaşarak kavrayabileceğinizden çok daha büyük bir sayı. Galaksiler dondurulmuş bezelye taneleri olsaydı, büyük bir oditoryumu, mesela eski Boston Garden'ı ya da Royal Albert Hall'ü doldurmaya yeterdi. (Bruce Gregory

adında bir astrofizikçi ciddi ciddi hesaplamıştır bunu.) 1919'da, Hubble başını teleskopunun göz merceğine ilk dayadığında, biz insanlar yalnızca bir tek galaksiden haberdardık: Samanyolu. Başka her şeyin ya Samanyolu'nun parçası ya da uzak kenarlardaki pek çok gaz bulutundan biri olduğu düşünülürdü. Hubble bu inancın ne denli yanlış olduğunu çabucak kanıtladı.

Sonraki onyıl süresince, evrene ilişkin en temel sorulardan ikisini deşelemeye başladı: Evren ne kadar eski ve ne kadar büyüktür? Bu iki soruyu yanıtlayabilmeniz için bilmeniz gereken iki şey vardır: bazı galaksilerin bize olan uzaklıkları ve bizden hangi hızla uzaklaşmakta oldukları (uzaklaşma hızı diye bilinen şey). Kırmızıya kayma, galaksilerin gerileme hızını verir, ama ilkin hangi uzaklıkta olduklarını söylemez. Bunun için, "standart mumlar" denilen şeye ihtiyacınız olur. Standart mumlar, parlaklığı güvenilir biçimde ölçülebilen ve diğer yıldızların parlaklığını (ve dolayısıyla göreli uzaklığını) ölçmek için kıstas olarak kullanılabilen yıldızlardır.

Hubble'ın şansı, Henrietta Swan Leavitt adında son derece hünerli bir kadının buna bir çare bulmasından az sonra sahneye çıkması oldu. Leavitt, Harvard College Gözlemevi 'nde, o zamanki tabiriyle "kompüter"[20] olarak çalışıyordu. Kompüterler ömürlerini yıldız fotoğraflarını inceleyerek ve hesap yaparak geçirirlerdi. (Nitekim kompüter sözcüğü de "hesap etmek" anlamındaki *compute* kökünden gelir.) Bu işin ağır işçilikten pek farkı yoktu, ama o zamanlar Harvard'da, hatta belki her yerde, kadınlar gerçek astronomiye ancak bu kadar yaklaşabilirlerdi. Sistem hiç adil olmasa da, beklenmedik bazı faydaları da vardı: Bulunabilecek en nadide akıllardan yarısı, normal koşullar altında zeki insanları pek çekmeyecek işlere yönlendirilmiş oluyordu ve kozmosun erkek dikkatinden çoğu kez kaçan güzellikteki yapısını takdir etmekte kadınların üstüne yoktu.

Bir Harvard kompüteri olan Annie Jump Cannon, yıldızlarla haşır neşir olmanın avantajlarından yararlanarak, bugün hâlâ kullanımda kalacak kadar pratik bir yıldız sınıflandırma sistemi tasarlamıştı. Leavitt'in katkısı daha da esaslıydı. Sefeit değişeni (ilk kez Sefe takımyıldızında tespit edildiği için bu adı almıştır) olarak bilinen bir yıldız türünün, düzenli bir ritim (yıldızlara özgü bir tür kalp atışı)sergilediğini fark etti. Sefeit'lere nadiren rastlanır,

ama bir tanesini hepimiz yakından tanırız: Kutupyıldızı, yani Polaris, bir Sefeit'tir.

Sefeit'lerin nabza benzer bir zonklama ürettiklerini, çünkü astronom tabiriyle "ana dizi evresi"ni geçmiş ve kızıl devler haline gelmiş yaşlı yıldızlar olduklarını, bugün biliyoruz. Kızıl devlerin kimyası, bu kitabın amaçlarını biraz aşan ağırlıktadır (başka bir sürü şeyin yanı sıra, bir kere iyonize olmuş helyum atomlarının özelliklerini de kavrayabilmeyi gerektirir), ama basitleştirmek gerekirse, kırmızı devlerin artakalan yakıtlarını son derece ritmik, son derece güvenilir bir parlama-sönme üreterek yaktıkları söylenebilir. Leavitt'in dehası, gökyüzünün değişik noktalarındaki Sefeit'lerin göreli kadirlerini[21] kıyaslamak yoluyla, birbirlerine göre nerede bulunduklarının hesaplanabileceğini anlamasıydı. Bunlar "standart mumlar" olarak kullanılabilirlerdi. Standart mum, Leavitt'in icat ettiği ve hâlâ evrensel kullanımda olan bir terimdir. Yöntem, mutlak uzaklıklar değil, yalnızca göreli uzaklıklar gerektiriyordu, ama yine de büyük-ölçekli evreni ölçmeye yarayan ilk kullanışlı yoldu.

(Bu buluşların değerine perspektif kazandırmak için belki şuna da dikkat çekmekte fayda var: Leavitt ile Cannon'ın kozmosun temel özelliklerini silik lekelerden fotoğraf levhalanna aktarmakta oldukları sıralar, birinci sınıf bir teleskoptan dilediğince yararlanma olanağına elbette sahip olan Harvard astronomu William H. Pickering de kendi özgün kuramını geliştirmekteydi: Ay'daki kara lekelere, belli mevsimlerde oraya göç eden böcek sürüleri sebep oluyordu.)

Leavitt'in kozmik ölçütünü Vesto Slipher'ın kullanışlı "kırmızıya kayma"larıyla birleştiren Edwin Hubble, uzaydaki seçilmiş noktalan yeni bir gözle ölçümlemeye başlamıştı artık. 1923 'te, M31 diye bilinen Andromeda takımyıldızı içindeki uzak bir ağımsı bulutun aslında gaz bulutu filan değil, ışıldayan yıldızlar olduğunu, yüz bin ışık yılı çapında ve en az dokuz yüz bin ışık yılı mesafede, başlı başına bir galaksi olduğunu gösterdi. Evren, zannedildiğinden daha genişti... hem de çok daha geniş. 1924'te "Spiral Nebulalardaki (Sarmal Bulutsulardaki) Sefeit'ler" başlıklı, çığır açan bir bildiri üretti. (Latince'de "bulut" anlamına gelen nebula[22], Hubble'ın galaksiler için kullandığı sözcüktü.) Bildiri, evrenin yalnızca Samanyolu'ndan değil, bir sürü bağımsız galaksiden ("ada evren"den)

oluştuğunu ve bunlardan pek çoğunun Samanyolu'ndan daha büyük ve çok daha uzak olduğunu ortaya koyuyordu.

Bu bulgular Hubble'ı şana şöhrete kavuşturmaya yeter de artardı, ama o şimdi de evrenin tam olarak ne kadar geniş olduğunu hesaplama sorununa yönelecek ve çok daha çarpıcı bir keşif yapacaktı. Hubble uzak galaksilerin tayflarını ölçmeye, yani Slipher'ın Arizona'da girişmiş olduğu işe başladı. Wilson Dağı'nın yeni 100-inçlik Hooker teleskopunu kullanarak ve akıllıca bazı sonuçlara ulaşarak, gökyüzündeki tüm galaksilerin (kendi yıldız kümemiz hariç) bizden uzaklaşmakta olduğunu anladı. Dahası, uzaklaşma hızlarıyla bize olan uzaklıkları doğru orantılıydı: Galaksi ne kadar uzaktaysa, o kadar hızlı hareket ediyordu.

Bu gerçekten de ürkütücü bir şeydi. Evren tüm istikametlerde hızla ve aynı ölçüde genişlemekteydi. Bu süreci bir film gibi geriye sarmak ve her şeyin tek bir merkezi noktadan başlamış olması gerektiğini anlayabilmek için hayal gücünü fazla zorlamaya gerek yoktu. Evren herkesçe her zaman varsayıldığı gibi kararlı, sabit, öncesiz-sonrasız bir boşluk olmaktan çıkmıştı artık. Başlangıcı olan bir evrendi. Öyleyse sonu da olabilirdi.

İşin tuhaf yanı, Stephen Hawking'in vurguladığı gibi, evrenin genişlemekte olduğu fikrinin daha evvel kimsenin aklına gelmemiş olmasıydı. Statik bir evren, Newton'ın ve ondan sonraki tüm astronomi düşünürlerinin mâlumu olması gerektiği üzere, kendi kendini göçertirdi. Ayrıca şu da vardı: Yıldızlar statik bir evrende sınırsız süreler boyunca yanıyor olsaydı, bütün evren katlanılmaz derecede (bizim gibi canlılara hiç şans tanımayacak kadar) ısınırdı. Genişleyen bir evren modeli, bu sorunlardan çoğuna bir çırpıda çözüm getiriyordu.

Hubble'ın gözlemciliği düşünürlüğünden üstündü; keşfettiği şeyin içerdiği manalara hemen değer biçemedi. Bu durum kısmen, Einstein'ın Genel Görelilik Kuramı'ndan ne yazık ki bihaber olmasından kaynaklanıyordu. Son derece elim ve ilginç bir durumdu bu, çünkü her şey bir yana, Einstein ve kuramı dünyaca tanınıyordu artık. Dahası, artık epey ihtiyarlamış olmasına karşın hâlâ dünyanın en uyanık ve saygın bilim adamlarından biri olan Albert Michelson, güvenilir girişimölçeriyle ışığın hızını ölçmek için Wilson Dağı'nda görev almayı 1929'da kabul etmişti ve

Einstein'ın kuramının kendi bulgularına uygulanabilirliğinden, laf arasında da olsa Hubble'a mutlaka bahsetmiş olmalıydı.

Her halükarda, Hubble ayağına gelen fırsatı göz göre göre tepti. Bağlantıları kurup, kendi "patlama kuramı"nı oluşturmak, Georges Lemaitre adında (Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde doktora yapmış) Belçikalı bir papaz-âlime nasip oldu. Kuram, evrenin başlangıçta geometrik bir nokta olduğunu ve bu ilk "süper-atom"un muhteşem bir patlamayla yayılmaya başlayıp, o gün bugündür genişlemeye devam ettiğini ileri sürüyordu. Modern Büyük Patlama kavramını gayet açıkça öngören bir fikirdi bu, ama çağının o kadar ilerisindeydi ki, herhangi bir kitapta Lemaitre'a burada ayırdığımız bir iki cümleden fazla yer verildiğine nadiren rastlanır. Büyük Patlama'nın ilginç bir fikir olmaktan çıkıp sağlam bir kuram sayılmaya başlanması için dünyanın birkaç onyıl daha beklemesi ve Penzias ile Wilson'ın New Jersey'deki tıslayan antenlerinde kozmik fon ışınımını tesadüfen keşfetmeleri gerekecekti.

Ne Hubble ne de Einstein bu büyük haberin önemli bir parçası olacaktı. Halbuki her ikisi de ellerinden gelebilecek her şeyi yapmışlardı, ama o zamanlar kimse bunu tahmin edemezdi.

1936 'da Hubble *The Realm of the Nebulae* (Nebulalar Alemi) adını taşıyan popüler bir kitap yazdı. Kitapta kendi hatırı sayılır başarılarını pohpohçu bir üslupla açıklıyordu. Einstein'ın kuramıyla geç de olsa tanıştığını bu kitapta nihayet belli ediyordu, ama o da ancak bir noktaya kadar: İki yüz sayfanın topu topu dört sayfasını bu konuya ayırmıştı.

Hubble 1953'te kalp krizinden öldü. Onu son bir küçük sürpriz daha beklemekteydi. Bilinmeyen sebeplerden ötürü, kansı bir cenaze töreni düzenlemeye yanaşmadı ve kocasının cesedine ne yaptığını asla açıklamadı. Aradan yarım yüzyıl geçmesine karşın, asrın en büyük astronomundan artakalanların koordinatları hâlâ bilinmiyor. Hubble'ın ruhunu yâd etmek için, ya gökyüzüne, ya da 1990'da açılıp onun adını alan Hubble Uzay Teleskopu'na bakmaktan başka çaremiz yok ne yazık ki.

9

YÜCE ATOM

Einstein ile Hubble kozmosun büyük-ölçekli yapısını üretkence çözerlerken, başka bilim adamları da uzaydan daha yakın ama bir bakıma aynı derecede uzak bir şeyi anlamaya uğraşıyorlardı: gizemini hiçbir zaman kaybetmeyen minik atomu.

Califomia Teknoloji Enstitüsü'nün büyük fizikçisi Richard Feynman bir kitabında şunu gözlemlemişti: Bilim tarihini tek bir önemli cümleye indirgemeniz gerekse, o cümle “Her şey atomlardan yapılmıştır” olurdu. Onlar her yerdedir ve her şeyi onlar oluşturur. Etrafınıza bir bakın. Gördüklerinizin hepsi atomlardan oluşuyor. Yalnızca duvarlar, masalar, kanepeler gibi somut şeyler değil, aradaki hava da atomlardan ibaret. Ve sizin hiç idrak edemeyeceğiniz kadar çok sayıdalar.

Atomlardan oluşan en temel birim, (“küçük kütle” anlamındaki Latince sözcükten gelen) moleküldür. Bir molekül, az çok dengeli bir birlik içinde çalışan iki ya da daha fazla atomdan oluşur: İki hidrojen atomuna bir oksijen atomu eklerseniz, bir su molekülü elde edersiniz. Tıpkı yazarların harflerden ziyade sözcükler bağlamında düşünmeye eğilim göstermeleri gibi, kimyacılar da elementlerden ziyade moleküller bağlamında düşünmeye eğilim gösterirler. Yani saydıkları şey moleküllerdir ve moleküller de tek kelimeyle çok sayıdadır. Deniz seviyesinde, santigrat cinsinden O derece sıcaklıkta, bir santimetreküp (yani yaklaşık olarak bir küp şeker hacminde) hava, 45 milyar milyar molekül içerir. Ve etrafınızda gördüğünüz her bir santimetreküpü onlar doldurur. Pencerenizin dışındaki dünyada kaç santimetreküp hava bulunduğunu bir düşünün. Manzaranızı doldurmaya kaç küp şeker yeter? Şimdi de bir evren inşa etmek için onlardan kaç tane gerekeceğini düşünün. Uzun lafın kısası, atomlar çok, ama çok sayıdadır.

Aynı zamanda fevkalade dayanıklıdırlar. Çok uzun yaşadıklarından, atomlar defalarca deveran ederler. Sahip olduğunuz her bir atomun, size gelene dek birkaç yıldızdan geçtiğine, milyonlarca organizmanın parçası olduğuna kesin gözüyle bakabilirsiniz. Her birimiz atom açısından o kadar zenginiz ve öldüğümüz zaman öyle etkin bir geridönüşüm sürecine gireriz ki, atomlarımızın önemli bir miktarı (kişi başına tahminen bir milyar kadarı) muhtemelen bir zamanlar Shakespeare'e aitti. Bir milyar atom da her birimize Buda'dan, Cengiz Han'dan ve adlarını sıralamak isteyeceğiniz

başka bir sürü tarihi şahsiyetten geldi. (Bunların maziye karışmış zatı muhteremler olmaları şart tabii, çünkü bir kişiye ait tüm atomların tekrar paylaştırılması onlarca yıl alır; yani siz ne kadar isterseniz isteyin, henüz Elvis Presley'le birleşmiş olamazsınız.)

Demek ki hepimiz, kısa ömürlü olmakla birlikte, reenkamasyonlarız. Öldüğümüz zaman atomlarımız dağılır ve başka yerlerde yeni kullanımlar bulmak (bir yaprağın ya da başka bir insanın veya bir çiy damlasının parçası olmak) üzere çekip giderler. Bununla birlikte, kendileri neredeyse sonsuza dek yaşar. Bir atomun ne kadar uzun yaşayabileceğini kimse tam olarak bilmiyor, ama Martin Rees'e göre ömürleri yaklaşık $10^{3}5$ yıldır: Benim bile bilimsel yazımına başvurmaktan çekinmeyeceğim kadar büyük bir sayıdır bu.

Üstelik atomlar çok miniktir... hem de nasıl minik. Yarım milyon atom omuz omuza dizilse, bir insan tüyünün arkasına saklanabilir. Böyle bir ölçekte tek bir atomu hayal etmek esasen imkânsızdır, ama elbette denemekte özgürüz.

Milimetreyle başlayalım. Bir milimetre şu uzunlukta bir çizgidir: -. Şimdi bu çizginin bin eşit parçaya bölündüğünü hayal edin. Bu parçalardan her biri birer mikrondur. Mikroorganizmaların ölçeği, işte budur. Tipik bir terliksi hayvan mesela, yaklaşık iki mikron (0,002 milimetre) eninde, yani gerçekten çok küçüktür. Bir damla su içinde yüzen bir terliksi hayvanı çıplak gözle görmek isteseniz, damlayı büyüterek çapını yaklaşık 12 metreye yükseltmek zorunda kalırsınız. Gelgelelim, aynı damladaki *atomları* görmek istediğiniz takdirde, damlanın çapını 24 *kilometreye* yükseltmeniz gerekir.

Başka bir deyişle, atomlar bambaşka bir küçüklük ölçeğinde var olur. Atomların ölçeğine inebilmek için, bu mikron dilimlerinden her birini alıp kırparak daha incesinden on bin dilime ayırmanız gerekir. Atomun ölçeği de işte budur: bir milimetrenin on milyonda biri. Akla hayale sığmayacak bir küçüklük derecesidir bu, ama bir atomun bir milimetrelik bir çizgiye oranının, bir parça kâğıdın kalınlığının Empire State Binası'nın yüksekliğine oranıyla bir olduğunu aklınızdan çıkarmazsanız, söz konusu oranlar hakkında biraz fikir sahibi olabilirsiniz.

Atomları böylesine kullanışlı kılan, elbette çok sayıda ve aşırı dayanıklı olmalarıdır; onları saptamanın ve anlamanın zorluğu ise minikliklerinden kaynaklanır. Atomların küçük, çok sayıda ve kolay kolay yok edilemeyecek kadar sağlam olduklarını ve her şeyin onlardan yapıldığını akıl eden ilk kişi, tahmin edebileceğiniz gibi Antoine-Laurent Lavoisier değildi, Henry Cavendish ya da Humphry Davy de değildi. John Dalton adında, kıt kanaat eğitim görmüş İngiliz bir Quaker'dı. (Ona ilk kez, kimyayı ele aldığımız bölümde rastlamıştık.)

Dalton 1766'da, Cockermouth civarındaki Göller Bölgesi kıyısında, Quaker mezhebinden, dokumacılıkla uğraşan, yoksul ve dindar bir ailenin oğlu olarak dünyaya geldi. (Dört sene sonra da şair William Wordsworth, yine Cockermouth'ta hayata gözlerini açacaktı.) Dalton alışılmadık derecede parlak bir öğrenciydi: Hatta o kadar parlaktı ki, akıl almaz bir yaşta, daha on iki yaşındayken, yöredeki Quaker okulunun başına geçirildi. Bu belki bize Dalton'ın vakitsiz olgunluğunu gösterdiği kadar, okulun niteliği hakkında da çok şey söylüyor olabilir, ama belki de yanılıyoruzdur: Zira o sıralar Newton'ın *Principia'sını* (hem de orijinal Latince versiyonundan) ve aynı çetrefillikte başka yapıtları okumakta olduğunu, Dalton'ın günlüklerinden anlıyoruz. On beş yaşında hâlâ okul yöneticisiyken, civar kasabalardan biri olan Kendal'da işe başladı. Bundan on yıl sonra Manchester'a taşındı ve hayatının geri kalan elli yılını yerinden neredeyse hiç kıpırdamadan, orada geçirdi. Manchester'da entelektüel bir kasırga gibi eserek, meteorolojiden gramere kadar pek çok konuda kitaplar ve bildiriler yazdı. Renk körlüğünden mustaripti. Bu rahatsızlık Dalton'ın çalışmalarından ötürü uzunca bir süre Daltonizm diye anıldı. Ama namını asıl pekiştiren, 1808'de yayınlanan dolgun kitabı A *New System of Chemical Philosophy* (Yeni Kimya Felsefesi Sistemi) oldu.

Bu kitabın yalnızca beş sayfalık kısa bir bölümünde (kitabın tamamı dokuz yüz sayfadan fazlaydı), bilim dünyası modem atom anlayışına yakın bir düşünüş tarzıyla ilk kez tanıştı. Dalton, tüm maddelerin kökeninde aşın derecede minik, bölünemez parçacıkların bulunduğunu kavramıştı. "Bir hidrojen parçacığını yaratmaya ya da yok etmeye kalkmak, güneş sistemine yeni bir gezegen katmaya ya da var olan bir gezegeni yok etmeye yeltenmekle birdir," diye yazdı.

Atom fikri de, terimi de çok yeni sayılmazdı. ikisi de eski Yunanlılar tarafından geliştirilmişti. Dalton’ın katkısı, bu atomların göreli büyüklükleri, karakterleri ve bir araya geliş süreçleri üzerinde düşünmekten ibaretti. Mesela hidrojenin en hafif element olduğunu biliyordu, bu yüzden ona bir değerinde bir atom ağırlığı vermişti. Suyun yedi parça oksijenden ve bir parça hidrojenden oluştuğuna inanıyordu, bu yüzden oksijene yedi değerinde bir atom ağırlığı vermişti. Bu gibi yollarla, bilinen elementlerin göreli ağırlıklarına ulaşabilmişti. Tahminlerinde her zaman çok isabetli değildi (oksijenin gerçek atom ağırlığı yedi değil, on altıdır), ama prensip sağlamdı, dolayısıyla modem kimyanın tamamına, diğer modem bilimlerin de çoğuna temel oluşturdu.

Çalışması Dalton’ı meşhur etti, ama Ingiliz Quaker’larına mahsus, son derece mütevazı bir şöhretti onunkisi. 1826’da, Fransız kimyacı P. J. Pelletier bu atomik kahramanla tanışmak için Manchester’a geldi. Pelletier onu büyük bir enstitü bünyesinde çalışıyor bulmayı ummuştu. Dolayısıyla arka sokaktaki küçük bir okulda erkek çocuklarına temel aritmetik dersleri verdiğini keşfedince çok şaşırdı. Bilim tarihçisi E. J. Holmyard’a göre, o büyük adamı görünce kafası iyice karışan Pelletier şöyle kekelemiş:

“Est-ce que j'ai l'honneur de m'addresser â Monsier Dalton?”[23] Zira aritmetiğin ilk dört kuralını karşısındaki çocuğa öğretmekte olan bu adamın Avrupa'da nam salan kimyacı olduğuna bir türlü inanamamaktaymış. “Evet,” demiş Quaker, hiç istifini bozmadan. “Ben şu delikanlının aritmetiğini düzeltirken biraz geçip oturmaz mıydınız?”

Dalton tüm ödüllerden kaçmaya çalışmasına karşın, arzularına aykırı olarak Royal Society üyeliğine seçildi, madalya yağmuruna tutuldu ve dolgun bir devlet maaşına bağlandı. 1844’te öldüğünde, tabutunu kırk bin kişi seyretti, cenaze alayının uzunluğu üç kilometreyi aştı. *Dictionary of National Biography'de* (Ulusal Biyografi Sözlüğü) Dalton’a ayrılan yer en genişlerinden biridir. On dokuzuncu yüzyıla damgasını vurmuş bilim adamları arasında yalnızca Darwin ve Lyell bu açıdan onunla yarışabilir.

Dalton’ın öne sürdüğü fikir, sonraki bir yüzyıl boyunca tamamen varsayımsal kaldı. Birkaç güzide bilim adamı, özellikle de ses hızına adını veren Viyanalı fizikçi Emst Mach[24], atomların fiziki varlığından bile şüphe etti. Mach, “Atomlar duyularla algılanamaz ... düşünceden ibarettir,” diye

yazdı. Atomların varlığına özellikle Almanca konuşulan ülkelerde o kadar şüpheyle bakılıyordu ki, büyük kuramsal fizikçi ve atomun ateşli taraftan Ludwig Boltzmann'ın 1906'daki intiharında bu şüpheciliğin rol oynadığı söylenir.

Atomların varlığını ortaya koyan ilk yadsınmaz kanıtlar, 1905'te Einstein'ın Brown hareketi hakkındaki bildirisinde sunuldu, ama bu bildiri çok az dikkat çekti. Hem zaten Einstein'ın Genel Görelilik Kuramı çok geçmeden her şeyi gölgede bırakacaktı. Dolayısıyla atom çağının gündeme gelen ilk şahsiyeti olmasa da, ilk gerçek kahramanı Emest Rutherford oldu.

Rutherford 1871'de Yeni Zelanda'nın "arka bloklarında", (Steven Weinberg'in sözlerini özetlemek gerekirse) biraz keten ve bir sürü çocuk yetiştirmek için İskoçya'dan göç etmiş bir çiftin oğlu olarak dünyaya geldi. Ücra bir ülkenin ücra bir kesiminde doğup büyüyen Rutherford, bilim dünyasının merkezine olabildiğince uzak düşüyordu, ama 1895'te onu Cambridge Üniversitesi'ndeki Cavendish Laboratuvarı'na taşıyan bir burs kazandı, ki bu laboratuvar fizik dünyasının en işlek merkezi olmak üzereydi.

Fizikçiler, başka alanlarda faaliyet gösteren bilim adamlarına tepeden bakmalarıyla ünlüdür. Büyük AvusturyalI fizikçi Wolfgang Pauli'nin karısı bir kimyacıyı kocasına tercih ettiği zaman, Pauli feleğini şaşırmış. "Bir boğa güreşçisini seçse anlardım," diye hayretle dert yanmış bir dostuna. "Ama bir *kimyacı* ..."

Rutherford'ın anlayabileceği bir histi bu. Bir defasında, "Bilimin tamamı ya fiziktir ya da pul koleksiyonculuğu," demişti, o zamandan beri defalarca kullanılan bir ifadeyle. 1908'de kendisine layık bulunan Nobel Ödülü'nü fizik dalında değil de kimya dalında kazanmış olması, işte bu yüzden ilginç bir ironi içerir.

Rutherford şanslı bir adamdı: Dâhi olduğu için şanslıydı, ama fiziğin ve kimyanın böylesine heyecan verici ve böylesine uyumlu bir gelişme gösterdiği zamanlarda yaşadığı için daha bile şanslıydı. Kendisi fizikle kimyanın birbirini desteklediğine inanmasa da, bu iki bilim dalı bir daha asla bu kadar rahatça örtüşemeyecekti.

Onca başarısına karşın Rutherford aşırı akıllı bir adam değildi, hatta matematiği oldukça kötü sayılırdı. Ders verirken kendi denklemleri içinde kaybolup dersi yarıda kestiği ve öğrencilerine sonucu kendi başlarına bulmalarını söylediği olurdu. Eski meslektaşı, nötronun kâşifi James Chadwick'e göre, deney yapmakta bile çok becerikli olduğu söylenemezdi. Tek avantajı azimli ve açık fikirli olmasıydı. Zekâ eksikliğini sağgörüyle ve bir nevi cüretkârlıkla telafi ederdi. Aklı, bir biyografi yazarının sözleriyle, "her zaman hudutlara doğru işler, görülebilir ufkun sınırlarını zorlardı ve bu da hayli üstün bir meziyetti." Başa çıkılması zor bir sorunla karşılaştığı zaman, o konu üzerinde çoğu insandan daha yoğun ve daha uzun çalışmaya, alışılmışın dışındaki açıklamalara daha duyarlı yaklaşmaya hazır olurdu. En büyük başarısını, sayacın başında yorucu saatler boyu oturup "alfa parçacık kırpışımları" tabir edilen şeyleri tek tek saymaya hazır olduğu için elde etmişti. (Normalde başka birilerine yüklenecek türden bir işti bu.) Atomun içinde var olan gücün, ele geçirildiği takdirde "bu yaşlı dünyayı toza dumana boğmaya" yetecek derecede tesirli bombalar üretebileceğini ilk görebilenlerden biri, belki de ilki olmuştu.

Fiziksel açıdan iri ve gürbüz biriydi, sesinin gümbürtüsünü duyanlar kaçacak delik ararlardı. Bir defasında Rutherford'ın Atlantik'in öteki yakasına bir radyo yayını yapmak üzere olduğunu duyan bir meslektaşı, alaycı bir tavırla şöyle sormuştu: "Radyoya ne lüzum var?" Ayrıca, sempatik görünmesini sağlayan güçlü bir özgüveni vardı. Onun her zaman bir dalganın tepesindeymiş gibi göründüğünü gözlemleyen birine şu yanıtı vermişti: "Eh, ne de olsa dalgayı ben yaptım, öyle değil mi?" C. P. Snow, Cambridge'deki bir terzi dükkânında Rutherford'ın şu yorumuna kulak misafiri olduğunu anımsıyor: "Göbeğim günbegün büyüyor. Aklım da öyle."

1895'te Cavendish Laboratuvarı'na[8] kapağı attığında, göbeği de şöhreti de alıp yürümüştü. Bilimin fevkalade hareketli bir senesiydi bu. Rutherford'ın Cambridge'e geldiği yıl, Wilhelm Roentgen Almanya'daki Würzburg Üniversitesi'nde X ışınlarını keşfetti. Ertesi sene Henri Becquerel radyoaktifliği keşfetti. Keza Cavendish Laboratuvarı da önemli başarılarla dolu uzun bir döneme girmek üzereydi. 1897'de J. J. Thomson ve meslektaşları elektronu orada keşfedeceklerdi, 1911' de C. T. R. Wilson (ileride göreceğimiz gibi) ilk parçacık dedektörünü orada üretecekti ve

1932’de James Chadwick nötronu orada keşfedecekti. Daha da ileri bir zamanda, James Watson ile Francis Crick DNA’nın yapısını 1953’te Cavendish’te çözeceklerdi.

Rutherford başlangıçta radyo dalgaları üzerinde çalıştı ve hayli başarılı oldu: Çıtırtılı bir sinyali neredeyse iki kilometre öteye göndermeyi başardı, ki o zaman için hatırı sayılır bir başarıydı bu. Ama kıdemli meslektaşlarından biri tarafından radyonun pek istikbali olmadığına inandırılınca bu çabasından vazgeçti. Gerçi Rutherford’ın yükselişi Cavendish’te başlamadı. Orada üç sene geçirdikten sonra, ne uzadığı ne kısaldığı hissine kapılarak, Montreal’deki McGill Üniversitesi’nde çalışmaya başladı. Uzun ve istikrarlı yükselişine de işte orada başladı. (Resmi belgelere göre “elementlerin bozunumca ve radyoaktif maddelerin kimyasına yönelik tetkiklerinden” ötürü) Nobel Ödülü kazandığı sıralar, Manchester Üniversitesi’ne geçmişti. Atomun yapısını ve doğasını belirleme yolundaki en önemli çalışmasını asıl orada yapacaktı.

Yirminci yüzyıl başlarında atomların parçalardan oluştuğu biliniyordu. Thomson’ın elektronu keşfi bunu kanıtlamıştı. Ama atomun kaç parçadan oluştuğu, bu parçaların nasıl bir araya geldiği veya hangi biçimi aldığı bilinmiyordu. Bazı fizikçiler atomların küp şeklinde olabileceği görüşündeydi, çünkü küpler hiç alan kaybına yol açmadan istiflenerek bir araya gelebilirdi. Daha genel bir görüşe göre ise, atom daha ziyade üzümlü bir keki andırırdı: Pozitif elektrik yükü taşıyan, ama negatif elektrik yüklü elektronlarla bezeli yoğun ve masif bir şeydi. Elektronlar tıpkı üzümlü kekin içine dağılmış kuşüzümlerini andırırdı.

1910’da Rutherford, (ileride kendi adını taşıyacak bir radyasyon dedektörü icat edecek olan öğrencisi Hans Geiger’ın yardımıyla)[9] bir altın varağa iyonlaşmış helyum atomları (ya da alfa parçacıkları) fırlattı. Rutherford’ı şaşkınlığa uğratan bir gelişmeyle, parçacıklardan bazıları geri tepti. Sanki, diye anlattı, incecik bir kâğıt parçasına fırlattığı 15-inçlik bir top mermisi geri dönüp kucağına düşmüş gibiydi. Kesinlikle böyle olmaması gerekiyordu. Uzun uzun düşündükten sonra, bunun tek bir olası açıklaması olabileceğini anladı: Geri tepen parçacıklar atomun merkezindeki küçük ve yoğun bir şeye çarparken, diğer parçacıklar hiçbir engelle karşılaşmaksızın atomun içinden geçiyordu. Rutherford bir atomun

çoğu kısmının boşluktan, yalnızca merkezinin çok yoğun bir çekirdekten oluştuğunu kavramıştı. Bu son derece tatminkâr bir keşifti, ama beraberinde ivedi bir sorun getiriyordu: Geleneksel fiziğin tüm yasaları, hal böyleyse atomların var olamayacağını söylüyordu.

En iyisi burada biraz duralım ve atomun yapısını şimdi bildiğimiz haliyle ele alalım. Her atom üç temel parçacık türünden oluşur: pozitif elektrik yüklü protonlar, negatif elektrik yüklü elektronlar ve hiç elektrik yükü taşımayan nötronlar. Protonlar ve nötronlar çekirdeğin içine doluşmuştur, oysa elektronlar çekirdek dışında fırıl fırıl döner. Bir atoma kimyasal kimliğini proton sayısı verir. Tek protonlu bir atom bir hidrojen atomudur, çift protonlu bir atom helyumdur, üç protonlu bir atom lityumdur, vb. Proton sayısını her artırdığınızda yeni bir element elde edersiniz. (Bir atomdaki proton sayısı her zaman eşit sayıda elektronla dengelendiğinden, bazı kaynaklarda bir elementi tanımlayan şeyin elektron sayısı olduğu yolunda ifadelere rastlayabilirsiniz. ikisi de aynı kapıya çıkar. Bu durum bana şöyle açıklanmıştı: Protonlar bir atoma kimliğini, elektronlarsa kişiliğini verir.)

Nötronlar bir atomun kimliğini etkilemez, ama kütlesine katkıda bulunur. Nötron sayısı genellikle proton sayısıyla aynıdır, ama üç aşağı beş yukarı oynayabilir. Atoma bir iki nötron eklerseniz, bir izotopunuz olur. Arkeolojideki tarihlendirme yöntemlerine ilişkin açıklamalarda izotop terimi sık sık geçer: Karbon-14 mesela, altı protonlu ve sekiz nötronlu bir karbon atomudur. (14 ikisinin toplamıdır.)

Nötronlar ve protonlar atomun çekirdeğini işgal eder. Bir atomun çekirdeği miniciktir: Atomun toplam hacminin milyarda birinin yalnızca milyonda birini oluşturur, ama fevkalade yoğundur, çünkü atom ağırlığının neredeyse tümünü içerir. Cropper’ın ifadesiyle, bir atom katedral büyüklüğüne genişletilecek olsaydı, çekirdeği yalnızca bir sinek büyüklüğünde olurdu: ama katedralin binlerce misli ağırlıkta bir sinek. 1910’da Rutherford’ın sıkıntıyla kafasını kaşımasına sebep olan şey, işte bu ferahlıktı: bu olağandışı, beklenmedik boşluk.

Atomların büyük bölümünü boşluğun oluşturduğu ve etrafımızda algıladığımız masifliğin bir yanılsamadan ibaret olduğu fikri, hâlâ oldukça sersemletici bir düşüncedir. iki cisim gerçek dünyada bir araya geldiği

zaman aslında birbirine çarpmaz. Bu durumu izah etmek için genellikle bilardo topları örnek gösterilir. “Daha ziyade,” diye açıklar Timothy Ferris, “iki topun negatif elektrik yüklü alanları birbirini iter ... elektrik yükleri olmasaydı, galaksiler gibi hiç zarar görmeden birbirlerinin içinden geçebilirlerdi.” Bir sandalyeye oturduğunuz zaman, aslında ona oturmazsınız, sandalyenin hemen üstünde, ondan bir angström (santimetrenin yüz milyonda biri) yükseklikte asılı kalırsınız, çünkü sizin elektronlarınız ve sandalyenin elektronları daha yakın bir temasa amansızca karşı koyar.

Atom denince hemen herkesin aklına, bir çekirdeğin etrafında güneşin gezegenleri gibi döneduran bir iki elektron gelir. Bu model 1904’te, Hantaro Nagaoka adında Japon bir fizikçi tarafından, akıllıca bir varsayımdan öte pek bir şeye dayandırılmadan yaratılmıştı. Tamamıyla yanlıştır, ama aynı zamanda son derece kalıcı olmuştur. Isaac Asimov’un belirtmekten pek hoşlandığı gibi, nesiller boyu pek çok bilimkurgu yazarına dünya içinde dünya hikâyeleri yaratmayı esinlemiştir. Bu hikâyelerde, atomlar minik meskûn güneş sistemleri haline gelir ve bizim güneş sistemimizin de daha büyük ölçekte minik bir zerre olduğu anlaşılır. CERN[10] (Avrupa Nükleer Araştırma Konseyi), şimdi bile web sitesinde logo olarak Nagaoka’nın modelini kullanmaktadır. Halbuki, yirminci yüzyıl fizikçilerinin de çok geçmeden anlayacakları gibi, elektronlar yörüngede dolanan gezegenlere hiç benzemez, daha ziyade fırıldak gibi dönen bir pervanenin kanatlarını andırır. Bu kanatlar yörüngeleri içindeki her yeri aynı anda doldurmayı başarır. (Gerçi arada can alıcı bir fark vardır: Bir pervanenin kanatları her yeri birden doldururmuş *gibi gözükür,* elektronlarsa gerçekten *doldurur.)*

Ne 1910’da ne de izleyen yıllarda bunlardan çok azının anlaşılmış olduğunu söylememe gerek yoktur herhalde. Rutherford’ın bulgusu, hiçbir elektronun bir çekirdek etrafında çarpışmaksızın dönemeyeceği bir yana, bazı büyük ve ivedi sorunlara gebeydi. Geleneksel elektrodinamik kuramı, uçmakta olan bir elektronun enerjisini çabucak (bir saniye kadar kısa sürede) tüketmesi ve sarmal çizerek çekirdeğe düşüp, hem kendisi hem de çekirdek için feci sonuçlara yol açması gerektiğini öngörüyordu. Bir diğer sorun da, protonların pozitif elektrik yükleriyle birlikte nasıl olup da kendilerini ve atomun geri kalan kısmını patlatmadan çekirdeğin içine tıkışmış vaziyette kalabildiğiydi. O mikro-dünyada olup bitenlerin,

beklentilerimizi barındıran makro-dünya için geçerli olan yasalarca yönetilmediği çok açıktı.

Fizikçiler bu atomaltı âlemi irdelemeye başladıkça, onun yalnızca bildiğimiz her şeyden değil, o zamana kadar *hayal ettiğimiz* her şeyden farklı olduğunu anladılar. “Atomik davranış olağan deneyime benzemediği için,” diye gözlemlemişti Richard Feynıııan, “ona alışmak çok zordur ve o herkese, fizikçinin acemisine de tecrübelisine de, acayip ve esrarengiz görünür.” Feynman bu yorumda bulunduğu zaman, fizikçiler zaten yarım yüzyıldır atomik davranışın tuhaflığına alışmaya çalışmaktaydılar. 1910’ların başlarında her şey yepyeni bir boyut kazandığında Rutherford’la meslektaşlarının neler hissetmiş olduklarını varın siz tahmin edin.

Rutherford’la çalışanlardan biri de, Niels Bohr adında, ılımlı ve cana yakın, genç bir Danimarkalıydı. Bohr 1913’te atomun yapısına kafa yorarken aklına öyle heyecan verici bir fikir geldi ki, çığır açacak bildirisini yazmak için balayını ertelemeyi göze aldı. Fizikçiler atom küçüklüğünde hiçbir şeyi göremediklerinden, atomun yapısını, onun belli bazı etkilere gösterdiği tepkilerden yola çıkarak çözmeye çalışmak zorundaydılar: Rutherford’ın altın varağa alfa parçacıkları fırlatarak yaptığı gibi. Bazen doğal olarak, bu deneylerin sonuçları kafaları adamakıllı karıştırıyordu. Uzun zamandır gündemden düşmeyen muammalardan biri de, hidrojenin dalga boylarının spektroskopik ölçümleriyle alakalıydı: Hidrojen atomlarının belli bazı dalga boylarında enerji salıp, bazılarında salmadığını gösteren bulgular elde edilmişti. Gözaltında tutulan bir zanlının belli noktalarda durmaksızın ortaya çıkması, ama bu noktalar arasında gidip gelirken kimseye görünmemesi kadar tuhaf bir durumdu bu. Bunun neden böyle olması gerektiğini kimse anlayamıyordu.

Bohr, ansızın aklına gelen çözümü ünlü bildirisine apar topar aktardığı sıralar, işte bu soruna kafa yormaktaydı. “Atomların ve Moleküllerin Yapıları Üzerine” başlığını taşıyan bildiri, elektronların nasıl olup da çekirdeğe düşmemeyi başardıkları sorusuna, yalnızca belli bazı tanımlı yörüngeleri işgal edebildikleri önerisiyle açıklama getiriyordu. Yeni kurama göre, yörüngeler arasında hareket eden bir elektron, yörüngelerin birinde ortadan kaybolur ve *aradaki boşluğa uğramaksızın,* anında bir diğer yörüngede yeniden ortaya çıkardı. *Kuvantum sıçraması* diye bilinen bu ünlü

fikir elbette tamamen yabancıydı, ama yanlış olamayacak kadar kullanışlıydı da. Elektronları sarmal çizerek çekirdeğe düşüp belalarını bulmaktan alıkoymakla kalmıyor, hidrojenin akıllara durgunluk veren dalga boylarını da izah ediyordu. Elektronların yalnızca belli bazı yörüngelerde ortaya çıkmalarının sebebi, yalnızca belli bazı yörüngelerde var olabilmeleriydi. Göz kamaştırıcı bir kavrayıştı bu ve Einstein'ın kendi ödülünü almasından bir sene sonra, Bohr'a 1922 Nobel Fizik Ödülü'nü kazandırdı.

Bu arada, dur durak bilmeyen Rutherford şimdi de Cambridge'e geri dönmüş ve J. J. Thomson'ın ardından Cavendish Laboratuvarı'nın başına geçmişti. Atom çekirdeklerinin neden patlamadığını açıklayan bir model ortaya attı. Çekirdeklerin nötrleştirici özelliğe sahip bazı parçacıklar tarafından dengelendiğini anlamış ve bu parçacıklara *nötron* adını vermişti. Fikir basit ve cazipti, ama kanıtlanması kolay değildi. Rutherford'ın ortağı James Chadwick, 1932'de nihayet başarıya ulaşana dek tam on bir senesini yoğun bir nötron avına adadı. O da 1935'te Nobel Fizik Ödülü'yle mükâfatlandırıldı. Boorse ile meslektaşlarının bu konudaki tarihçelerinde işaret ettikleri gibi, keşfin gecikmesi belki de çok hayırlı olmuştu, çünkü nötrona hâkimiyet, atom bombasının yapımı için zorunlu bir şarttı. [Nötronlar elektrik yükü taşımadığından, bir atomun merkezinde yer alan elektrik alanları tarafından itilmez. Dolayısıyla atom çekirdeğine minik torpidolar gibi fırlatılarak, fisyon (nükleerbölünme) diye bilinen yıkıcı süreci başlatabilirler.] Boorse ile meslektaşlarına göre, nötron l 920'lerde izole edilmiş olsaydı, "atom bombası çok büyük bir olasılıkla ilk olarak Avrupa'da ve hiç kuşkusuz Almanlar tarafından geliştirilmiş olacaktı."

Avrupalılar elektronun garip davranışını anlamak için sahiden de arı gibi çalışmaktaydılar. Yüz yüze oldukları temel problem, elektronun bazen parçacık gibi, bazense dalga gibi davranmasıydı. Bu olanaksız ikilik fizikçileri neredeyse delirtiyordu. Sonraki onyıl süresince, Avrupa'nın dört bir yanında gözleri dönmüş bir halde düşündüler, yazdılar, çizdiler ve birbirine rakip hipotezler sundular. Fransa' da, soylu bir aileden gelen Prens Louis-Victor de Broglie, elektronları dalgalar olarak ele aldığınız zaman elektron davranışındaki bazı anormalliklerin ortadan kalktığını bulguladı. Bu gözlem, Avusturyalı Erwin Schrödinger'ın dikkatini çekti. Schrödinger ustalıklı birtakım tasfiyeler yapıp, *dalga mekaniği* diye adlandırdığı elverişli

bir sistem geliştirdi. Aşağı yukarı aynı zamanda, Alman fizikçi Wemer Heisenberg de *matris mekaniği* denen alternatif bir kuram öne sürdü. Bu kuram matematiksel açıdan öyle karmaşıktı ki, Heisenberg'in kendisi dahil, kimse onu tam manasıyla anlayamadı. (Heisenberg'in bir dostuna "Matrisin *ne* olduğunu dahi bilmiyorum," diye dert yandığı bile olmuştu.) Ama kuram Schrödinger'ın dalgalarla açıklayamadığı bazı sorunları çözer gibiydi.

Neticede, birbiriyle çelişen iddiaları temel alıp aynı sonuçları üreten iki kuramı fiziğe kazandırmış oldular. İnanılır gibi değildi doğrusu.

Nihayet 1926'da Heisenberg, dillere destan bir uzlaşma zemini sunarak, *kuvantum mekaniği* adıyla tanınacak olan yeni disiplini üretti. Bu kavramın özünde, elektronun bir parçacık olduğunu, ama dalgalar bağlamında tanımlanabilen bir parçacık olduğunu söyleyen Heisenberg Belirsizlik İlkesi yatar. Kuramın merkezini oluşturan belirsizlik şudur: Bir elektronun boşluk içinde hareket ederken izlediği yolu bilebiliriz, veyahut onun belli bir anda nerede olduğunu bilebiliriz, ama ikisini birden bilemeyiz.[11] Bunlardan birini ölçme gayreti, öbürünü kaçınılmaz olarak değiştirecektir. Bu sorun daha duyarlı araçların kullanımıyla giderilebilecek türden değildir; evrenin değişmez bir özelliğidir.

Bunun pratikteki anlamı, bir elektronun belli bir anda nerede olacağının asla tahmin edilemeyeceğidir. Yalnızca belli bir yerde olma olasılıklarını sayabilirsiniz. Bir bakıma, Dennis Overbye'ın ifade ettiği gibi, bir elektron gözlemlenene dek var olmaz. Ya da, biraz daha farklı bir ifadeyle, bir elektrona, gözlemlenene dek "aynı anda her yerde varmış ve hiçbir yerde yokmuş" gözüyle bakılmalıdır.

Bu kavram kafanızı karıştırıyorsa, fizikçilerin de kafalarını karıştırmış olduğunu bilmek içinize biraz su serpebilir. Overbye şöyle söylüyor: "Bohr bir defasında, 'kuvantum kuramını ilk kez duyup da çileden çıkmayan kişi, neden bahsedildiğini anlamamıştır' yorumunda bulunmuştu." Heisenberg de, bir atomu gözümüzde nasıl canlandırmamız gerektiği sorusuna şu yanıtı vermişti: "Hiç denemeyin."

Yani atomun çoğu illüstrasyonda resmedilen modelden oldukça farklı olduğu anlaşılmıştı. Elektron, güneşin etrafında dolanan bir gezegen gibi çekirdek etrafında dönmez; daha ziyade, biçimsiz bir bulutu andırır. Bir

atomun “kabuğu’’, illüstrasyonların bizi kimi zaman farz etmeye zorladığı gibi sert ve parlak bir kılıf değildir, bulanık elektron bulutlarının en dış çeperi olmaktan ibarettir. Bulutun kendisi, esas itibariyle, elektronun içinde dolandığı (ve ötesine çok nadiren geçtiği) alanı belirleyen bir “istatistiksel olasılık” bölgesidir. Yani atom, şayet görülebilseydi, sert kenarlı bir metalik küreden çok, son derece bulanık bir tenis topunu andırırdı. (Ama esire ya da hatta, hayatınız boyunca görmüş olabileceğiniz hiçbir şeye benzetilemezdi; çünkü atom dünyası, içinde yaşadığımız dünyadan çok farklıdır ne de olsa.)

Tuhaflıkların ucu bucağı yok gibiydi. Bilim adamları, James Trefıl’in ifadesiyle “beyin kapasitemizin anlamaya yetmeyeceği bir evren alanıyla” ilk kez karşılaşıyorlardı. Ya da Feynman’ın deyişiyle, “küçük ölçekteki şeyler asla büyük ölçektekiler gibi davranmıyordu.” Fizikçilerin daha derinlere indikçe keşfettiklerini anladıkları dünyada, elektronlar yörüngeler arasına hiç uğramaksızın bir yörüngeden diğerine atlayabildiği gibi, madde de, Massachusetts Teknoloji Enstitüsü’nden Alan Lightman’ın sözleriyle “yine ivedilikle kaybolmak kaydıyla”, yoktan var olabiliyordu.

Kuvantumun akıl almaz özelliklerinden belki de en ilginci, Wolfgang Pauli’nin 1925’te bulguladığı Dışlama İlkesi’nden doğan şu fikirdi: İki atomaltı parçacık belli bir çift oluşturduğunda, aralarında çok uzak mesafeler bulunsa bile, biri diğerinin ne yapmakta olduğunu anbean “bilebilirdi.” Kuvantum kuramına göre, parçacıkların spin (fırıl) diye adlandırılan bir özelliği vardır. Bir parçacığın spinini belirlediğiniz an, kardeş parçacık ne kadar uzakta olursa olsun, anında ters yönde ve aynı hızla kendi ekseni etrafında dönmeye başlayacaktır.

Bu durum, bilim yazan Lawrence Joseph’a göre, biri Ohio’ya, öbürü Fiji’ye yerleştirilmiş, birbirinin tıpatıp aynı iki bilardo topuna benzetilebilir: Toplardan birine spin verdiğiniz an, öteki de aynı anda ters yönde ve tam tamına aynı hızla kendi ekseni etrafında dönmeye başlar. işin ilginç yanı, bu fenomen 1997’de Cenevre Üniversitesi’ndeki fizikçilerin zıt yönlerde yaklaşık 11 kilometre uzaklığa fotonlar göndermeleri ve bunlardan biri üzerindeki müdahalenin diğerinde ani bir tepki doğurduğunu ortaya koymalarıyla kanıtlanmış oldu.

Sonunda öyle bir noktaya varıldı ki, Bohr bir konferansında bunun çılgınlık olup olmadığını değil, yeterince çılgınca olup olmadığını

sorgulamak gerektiği yolunda yeni bir kuram ortaya attı. Kuvantum dünyasının sezgisellikten uzak doğasını örneklemek için, Schrödinger meşhur bir düşünce deneyi önerdi: Bir kedinin, hidrosiyanür asitle dolu küçük bir şişeye iliştirilmiş tek bir radyoaktif madde atomuyla birlikte bir kutuya yerleştirildiğini farz edin. Parçacık bir saat içinde bozunursa, şişeyi kırıp parçalar ve kediyi zehirleyecek bir mekanizmayı tetikler. Bozunmazsa, kedi yaşar. Ama içeride ne olup bittiğini bilemeyeceğimiz için, bilimsel açıdan kediyi yüzde 100 canlı ve aynı zamanda yüzde 100 ölü saymaktan başka çaremiz yoktur. Bunun anlamı, Stephen Hawking'in haklı bir heyecanla gözlemlemiş olduğu gibi, kişinin "evrenin mevcut halini dahi kesinkes ölçemeden, gelecekteki olaylan doğrulukla tahmin edemeyeceği"dir!

Bu akla zarar mefhumlar, başta Einstein olmak üzere birçok fizikçinin kuvantum kuramına ya da en azından onun bazı yönlerine antipati duymalarına sebep oldu. Einstein'ın antipatisi oldukça ironikti, çünkü ışık fotonlannın bazen parçacıklar gibi, bazen de dalgalar gibi davranabileceğini, yani yeni fizik biliminin can evini oluşturan kavramı, mucizeler yılı 1905'te büyük bir inandırıcılıkla izah eden kişi kendisi olmuştu. "Kuvantum son derece dikkate şayan bir kuramdır," diye kibarca gözlemlemiş, ama aslında ondan hoşlanmamıştı. "Tanrı zar atmaz," demişti.[12]

Tanrı 'nın sonsuza dek sırrına varılamayacak şeyler içeren bir evren yaratabileceği düşüncesine Einstein'ın tahammülü yoktu. Dahası, uzaktan hareket (bir parçacığın trilyonlarca kilometre uzaklıktaki bir diğer parçacığı anında etkileyebileceği) fikri, Özel Görelilik Kuramı'nın kesin ihlali anlamına geliyordu. Özel Görelilik Kuramı, ışık hızını hiçbir şeyin geride bırakamayacağına açıkça hükmetmişti, oysa şimdi fizikçiler kalkmış, atomaltı düzeyde bilginin her nasılsa ışık hızını geçebileceğinde diretiyorlardı. (Bu arada, parçacıkların bu hüneri nasıl kazandığını açıklayabilen çıkmamıştı. Bilim adamları bu sorunla başa çıkmanın çaresini, fizikçi Yakir Aharanov'a göre "düşünmekten vazgeçmekte" buldular.)

Hepsinden önemlisi, kuvantum fiziği daha evvel var olmayan bir düzensizlik düzeyi sunmuştu. Durup dururken, evrenin davranışını

açıklamak için iki ayrı yasa grubuna ihtiyaç hasıl olmuştu: çok küçüklerin dünyası için kuvantum kuramı ve onun ötesindeki evren geneli için görelilik kuramı. Görelilik kuramındaki kütleçekimi, gezegenlerin neden güneşler etrafında dolandığını ya da galaksilerin neden kümelenme eğilimi gösterdiğini açıklamakta çok başarılıydı, ama parçacık düzeyinde hiç etkili olmadığı ortadaydı. Atomları bir arada tutan şeyin ne olduğunu açıklamak için başka kuvvetlere ihtiyaç vardı ve 1930'larda bunlardan ikisi keşfedildi: güçlü nükleer kuvvet ve zayıf nükleer kuvvet. Güçlü kuvvet atomları birbirine bağlar; protonların çekirdekte bir arada kalmasını mümkün kılan da odur. Zayıf kuvvetin meşgul olduğu işler daha çeşitlidir ve çoğu, birtakım radyoaktifbozunma türlerinin hız kontrolüyle alakalıdır.

Zayıf nükleer kuvvet, "zayıf' sıfatını taşımasına rağmen, kütleçekiminin on milyar milyar milyar misli güçlüdür. Güçlü nükleer kuvvet daha da (hatta çok çok daha) güçlüdür. Ama bu iki kuvvet yalnızca çok küçük mesafelere tesir eder. Güçlü kuvvet, bir atomun çapının yalnızca yaklaşık yüz binde biri üzerinde etkilidir. Atom çekirdeklerinin böylesine sıkışık ve yoğun olmasının da, büyük ve kalabalık çekirdeklere sahip elementlerin genellikle kararsız olmasının da sebebi budur: Güçlü kuvvet bütün protonlara hâkim olmayı başaramaz.

Neticede, fizik biliminde birbirinden oldukça ayrı hayatlar süren iki yasa grubu oluştu: biri çok küçüklerin dünyası için, biri de evren geneli için. Bu durum Einstein'ın da hoşuna gitmiyordu. Hayatının geri kalan kısmını, bir Büyük Birleşik Kuram yoluyla bu iki ayrı ucu birbirine bağlamanın yolunu bulmaya adadı, ama hiçbir zaman başaramadı. Bazen bir çözüm bulduğunu sandığı oldu, ama sonunda hep hüsrana uğradı. Zaman geçtikçe giderek marjinalleşti, hatta acınacak hallere düştü. Neredeyse istisnasız olarak, diye yazdı Snow, "meslektaşları onun hayatının ikinci yarısını boşa harcadığını düşündüler. Hâlâ da öyle düşünüyorlar."

Öte yandan başka bir yerlerde esaslı ilerlemeler kaydedilmekteydi. 1940'lı yılların ortalarına gelindiğinde, bilim adamları atomu aşırı derin bir düzeyde anladıkları bir noktaya varmışlardı. Nitekim Ağustos 1945'te Japonya'ya bir çift atom bombası atarak bunu son derece etkili biçimde gözler önüne serdiler.

Bu noktada, atomu neredeyse fethettiklerini düşündükleri için fizikçileri mazur görmek mümkün. Gelgelelim, parçacık fiziğinde her şey çok daha karmaşık bir hal almak üzereydi. Ama bu biraz yorucu hikâyeye geçmeden evvel, açgözlülükle, aldatmacayla, hatalı bilimsel araştırmalarla, birkaç lüzumsuz ölümle ve Yerküre'nin yaşının nihai belirlenişiyle ilgili önemli ve ibret verici bir öykü üzerinde düşünerek, tarihimizin küçük bir parçasını daha hatırlamamız gerekiyor.

1

Entropi, spesifik olarak, bir sistem içindeki rasgelelik ya da düzensizlik ölçüsüdür. Darrell Ebbing, *General Chemistry* (Genel Kimya) adlı kitabında, şu son derece yararlı benzetmeyi öneriyor: Bir deste iskambil kâğıdı düşünün. Paketinden yeni çıkmış, önce suitlerine (maça, kupa, karo, sinek), sonra da astan papaza kadar rakamlarına göre sıralanmış bir deste kâğıdın düzenli halde olduğu söylenebilir. Şimdi kâğıtları karıştırarak desteyi düzensiz hale getirin. Entropi, bu halin tam olarak ne kadar düzensiz olduğunu ölçmenin ve sistem daha da karıştınldığı zaman ortaya çıkabilecek belli sonuç olasılıklarını belirlemenin bir yoludur. Elbette, herhangi bir gözleminizin saygın bir dergide yayınlanmasını arzu ediyorsanız, ısıl denge sorunları, latis uzaklıklar ve stokiyometrik ilişkiler gibi başka kavramları da anlamanız gerekir, ama genel bir fikir edinmek için bu kadarı kâfidir.

2

Planck hayatı boyunca şanssızlıklardan yakasını kurtaramadı. Çok sevdiği ilk kansını çok erken (1909'da) kaybetti. İki oğlundan küçük olanı Birinci Dünya Savaşı'nda şehit düştü. Ayrıca taparcasına sevdiği ikiz kızları vardı. Biri doğum yaparken öldü. Hayatta kalan diğeri, bebeğin bakımını üstlendikten sonra merhum kardeşinin kocasına âşık oldu. Evlendiler ve iki sene sonra o da doğum yaparken can verdi. 1944'te, Planck seksen beş yaşındayken, müttefik kuvvetlerce atılan bir bomba evine isabet etti ve Planck her şeyini kaybetti: notlarını, günlüklerini, koca bir ömrün bütün birikimini. Ertesi sene de, hayatta kalan oğlu, Hitler'i hedef alan bir suikast komplosuyla suçlanıp idam edildi.

3

baş rüzgân: seyir halindeki bir teknenin kendi hareketiyle yarattığı, hareket yönüne zıt esen rüzgâr. (ç.n.)

4

Einstein, “kuramsal fiziğe hizmetlerinden ötürü” gibi biraz muğlak bir ifadeyle ödüle layık bulunmuştu. Ödülü almak için on altı sene, yani 1921 ’e kadar beklemek zorunda kaldı. Neresinden bakarsanız bakın, hayli uzun bir zamandır bu, ama şu örneklerle mukayese bile edilemez: Frederick Reines nötrinoyu 1957’de keşfetti, ama otuz sekiz yıl sonraya, yani 1995’e kadar bir Nobel’le ödüllendirilmedi. Elektron mikroskobunu 1932’de keşfeden Alman Emst Ruska, Nobel Ödülü’nü olayın üstünden yanın yüzyılı aşkın zaman geçtikten sonra, 1986’da aldı. Nobel Ödülleri kişilere ölümlerinden sonra asla verilmediğine göre, ömürlülük ödül sahipleri için yaratıcılık kadar önemli bir faktör olsa gerek.

5

c’nin nasıl olup da ışık hızının sembolü haline geldiği esrarengiz bir konudur, ama David Bodanis’e göre bu sembol çabukluk manasındaki Latince *celeritas* sözcüğünden gelmiş olabilir. Einstein’ın kuramından on yıl önce derlenen *Oxford English Dictionary'nin* ilgili cildinde c, karbondan tutun krikete kadar pek çok şeyin sembolü olarak tanımlanır, ama ışığın ya da çabukluğun sembolü olarak hiç bahsi geçmez.

6

distorsiyon: bozulma, değişme, çarpılım, biçim yitimi. (ç.n.)

7

Adını, etkiyi 1842’de ilk kez fark eden Avusturyalı fizikçi Johann Christian Doppler’den alır. Kısaca şöyle özetlenebilir: Hareket halindeki bir nesne durağan bir nesneye yaklaştıkça, yaydığı ses dalgalan alıcı düzeneğe (mesela kulaklarınıza) dolarken bir araya toplaşır. Nitekim, hareketsiz bir nesneye doğru arkasından itilen her şeyden beklenecek bir davranıştır bu. Bu toplaşma, dinleyen tarafından, ince ve yüksek bir ses türü olarak *(yee* sesi) algılanır. Ses kaynağı durağan nesnenin yanından geçip uzaklaşırken, ses dalgalan yayılıp uzayarak ses perdesinde ani bir alçalmaya, dolayısıyla seste kalınlaşmaya yol açar *(yummm* sesi).

8

Laboratuvarın adı, Henry Cavendish ile aynı soydan gelir. Bu seferki, yedinci Devonshire Dükü Willianı Cavendish'ti. Viktorya dönemi İngiltere'sinin yetenekli bir matematikçisi ve çelik baronu olan Cavendish, 1870'te bir deney laboratuvarının kurulması için üniversiteye 6.300 £ bağışladı.

9

Geiger sonradan sadık bir Nazi de olacak, ona yardımcı olanlar dahil tüm Yahudi meslektaşlarına ihanet edecekti.

10

Conseil Europeen pour la Recherche Nucleaire.

11

Uncertainty (belirsizlik) sözcüğünün Heisenberg ilkesi için kullanımına dair küçük bir belirsizlik vardır. Michael Frayn, *Copenhagen* (Kopenhag) adlı oyunu için yazdığı sonsözde, Almanca'daki birkaç sözcüğün *(Unsicherheit, Unschârfe, Ungenauigkeit, Unbestimmtheit)* farklı çevirmenler tarafından kullanılmış olduğunu, ama bunlardan hiçbirinin İngilizce'deki *uncertainty* kelimesine eş tutulamayacağını söyler. Frayn *indeterminancy* (belirlenmezlik) sözcüğünün ilkeyi daha iyi tanımlayacağını, *indeterminability'nın* ise (belirlenemezlik) daha bile uygun düşeceğini ileri sürer. Heisenberg'in kendisi genellikle *Unbestimmtheit'ı* kullanmıştır.

12

Ya da en azından. söyledikleri hemen her zaman bu anlama çekilir. Aslında şöyle demiştir: "Tann'nın kartlarına gizlice göz atmak zor görünür. Ama O'nun zar attığı ve 'telepatik' yöntemler kullandığı düşüncesi ... bir anlığına dahi inanamayacağım bir şeydir."

23

Mösyö Dalton'la mı müşerref oluyorum? (ç.n.)

24

Bir cismin hızının ses hızına oranı Mach sayısı diye bilinir. (ç.n.)

21

kadir: astronomide, bir yıldızın çıplak gözle görülen parlaklık derecesi. (ç.n.)

22

Dilimize bulutsu olarak geçmiştir. (ç.n.)

20

bugünkü adıyla fotometrist (ışıkölçümcü). (ç.n.)

10

KURŞUNU ÇIKARMAK

1940'ların sonlarında Chicago Üniversitesi'nde, Clair Patterson adında bir mastır öğrencisi, kurşun izotoplarını ölçmek için yeni bir yöntem kullanarak Yerküre'nin yaşını nihayet kesin olarak belirlemeye çalışıyordu. (Clair adını taşımasına karşın erkekti ve Iowa'lı bir çiftçi çocuğuydu.) Ne yazık ki tüün örnekleri, genellikle aşırı düzeyde kirlenmeye maruz kalmıştı. Çoğu, normalde oluşması beklenenin iki yüz misli yükseklikte kurşun seviyeleri içeriyordu. Patterson'ın buna Thomas Midgley, Jr. adında, evlerden ırak, Ohio'lu bir mucidin sebep olduğunu anlayabilmesi için aradan seneler geçmesi gerekecekti.

Midgley eğitim itibariyle mühendisti ve öyle kalsaydı dünya hiç şüphesiz daha emniyetli bir yer olurdu. Ama o, kimyanın endüstriyel uygulamalarına ilgi duymaya başladı. 1921 'de, Ohio'nun Dayton kentindeki General Motors Research Corporation için çalışırken, tetraetil kurşun denilen (ve her ne hikmetse, kurşun tetraetil adıyla da tanınan) bir bileşik üzerinde incelemeler yaptı ve motorlarda vuruntu diye bilinen sarsılma sorununu önemli ölçüde azalttığını keşfetti.

Kurşunun tehlikeli olduğu herkesçe bilindiği halde, yirminci yüzyılın erken dönemlerinde her türlü tüketici ürününde kurşuna rastlamak mümkündü. Gıdalar kurşunla lehimlenmiş konserve kutularında satılırdı. Su çoğunlukla kurşunla astarlanmış tanklarda depolanırdı. Meyvelere böcek ilacı olarak kurşun arsenat püskürtülürdü. Diş macunu tüplerinin terkibinde bile biraz kurşun vardı. Tüketicinin hayatına az da olsa kurşun sokmayan bir ürün zor bulunurdu. Bununla birlikte, insanları onunla en etkili ve kalıcı biçimde haşır neşir eden, kurşunun benzine karıştırılması oldu.

Kurşun bir nörotoksindir. Çok fazla kurşun alırsanız, beyninizi ve merkezi sinir sisteminizi onarılamayacak biçimde hasara uğratırsınız. Kurşuna aşırı derecede maruz kalmanın çok sayıdaki semptomlarından bazıları, körlük, uykusuzluk, böbrek yetersizliği, işitme kaybı, kanser, felç ve havalelerdir. En şiddetli vakalarda, ani ve ürkütücü halüsinasyonlarla kendini göstererek, kurbanlara da izleyenlere de aynı derecede sıkıntılı

anlar yaşattıktan sonra genellikle komaya ve ölüme yol açar. Yani sisteminize çok fazla kurşun sokmayı katiyen istemezsiniz. Öte yandan, kurşun elde edilmesi ve işlenmesi kolay bir maddeydi. Endüstriyel üretimi utanç verici derecede kârlıydı. Üstelik, tetraetil kurşunun motorlardaki vuruntuyu giderdiği de kuşku götürmeyen bir gerçekti. Böylece 1923 ’te Amerika’nın en büyük şirketlerinden üçü olan General Motors, Du Pont ve Standard Oil ofNew Jersey, (sonraları kısaca Ethyl Corporation diye anılacak olan) Ethyl Gasoline Corporation ortaklığını kurdular. Amaçları dünya talebini karşılayacak miktarda tetraetil kurşun üretmekti, ki bu talebin aşırı fazla olduğu zamanla meydana çıkacaktı. Sağlığa “kurşun”dan daha dost ve daha zehirsiz bir ürün izlenimi yaratmak için, katkı maddelerine “etil” adını verdiler ve onu 1 Şubat 1923 ’te halkın tüketimine sundular. Bu maddeyi, fark edilenden çok daha fazla ürüne katıyorlardı.

Neredeyse aynı anda, imalatta görevli işçilerde yürüme dengesizliği ve zehirlenmenin ilk aşamalarına özgü zihin bulanıklıkları baş göstermeye başladı. Yine neredeyse aynı anda Ethyl Corporation, soğukkanlı ama dirençli bir inkâr politikası benimsedi. Bu politika onyıllarca iş görecekti. Sharon Bertsch McGrayne’in endüstriyel kimyayı konu alan sürükleyici tarihçesi *Prometheans in the Lab'de* (Laboratuvardaki Promete’ler) belirttiği gibi, bir fabrikanın işçileri tedavisi mümkün olmayan hezeyanlara sürüklendiği zaman, şirketin basın sözcüsü gazetecileri büyük bir pervasızlıkla şöyle bilgilendirmişti: “Bu adamlar muhtemelen çok çalışmaktan akıllarını kaçırdılar.” Kurşunlu benzin üretiminin ilk günlerinde ölen işçi sayısı en az on beşi buldu. Açıklanmayan sayılarda işçi, çoğu kez ağır biçimde hasta düştü. Gerçek sayılar bilinmiyor, çünkü şirket utanç verici sızıntı, serpinti ve zehirlenme haberlerini susturmakta hemen her zaman başarılı oldu. Buna karşın bazen söylentilerin önüne geçmek imkânsızlaşıyordu: Mesela 1924’te, birkaç gün içinde beş üretim işçisi birden ölüp, yeterince iyi havalandırılmayan tek bir tesiste otuz beş işçi birden kalıcı arazlar yüzünden yürüyemez hale geldiği zaman, kolay kolay örtbas edilemeyecek bir durum doğdu.

Yeni ürünün tehlikeleri hakkındaki söylentiler ayyuka çıkınca, etilin ele avuca sığmaz mucidi Thomas Midgley, gazetecilere tüm endişeleri giderecek bir gösteri sunmaya karar verdi. Bir yandan şirketin güvenlik taahhüdü hakkında çaçaronluk ederken, bir yandan da ellerine tetraetil

kurşun döktü. Sonra da tetraetil kurşun dolu bir bardağı altmış saniyeliğine burnuna dayayarak, bu işlemi her gün hiç zarar görmeksizin tekrarlayabileceğini iddia etmeyi sürdürdü. Aslına bakarsanız, kurşun zehirlenmesinin tehlikelerini Midgley de bal gibi biliyordu: Birkaç ay önce kendisi de aşırı kurşun zehirlenmesinden yatağa düşmüştü ve artık, gazetecilere güvence verdiği dakikalar hariç, bu maddeden elinden geldiğince uzak durmaya çalışıyordu.

Kurşunlu benzinin başarısıyla gaza gelen Midgley, şimdi de çağın bir diğer teknolojik sorununa el atmıştı. 1920'lerde buzdolapları çoğunlukla caydırıcı derecede riskliydi, çünkü kimi zaman sızıntı yapabilen tehlikeli gazlarla çalıştırılırdı. 1929'da Ohio'nun Cleveland kentindeki bir hastanede, bir buzdolabı sızıntısı yüzünden yüzü aşkın sayıda insan öldü. Midgley, kararlı, tutuşmayan, paslanmaya neden olmayan ve solunmasından zarar gelmeyecek bir gaz yaratmak için kolları sıvadı. Aklı şeytanlığa çalışanlara mahsus tekinsiz bir içgüdüyle, klorotlüoro-karbonları (CFC'leri) keşfetti.

Böylesine uğursuz bir endüstriyel ürünün bundan daha çabuk benimsendiğine nadiren rastlanır. CFC'ler l 930'lu yılların başlarında üretime girdi ve stratosferdeki ozon tabakasını delmekte oldukları yarım yüzyıl sonra anlaşılana dek, otomobil havalandırma sistemlerinden tutun, deodorant spreylerine kadar her türlü alanda bin bir şekilde kullanıldı. Sizin de bildiğiniz gibi, ozonun delinmesi hayra alamet değildi.

Ozon, her molekülün iki yerine üç oksijen atomu taşıdığı bir oksijen formudur. Yer seviyesinde havayı kirletmesi, stratosferdeyse tehlikeli ültraviyole ışınlarını emdiği için yararlı oluşu, kimyanın tuhaf bir cilvesidir. Bununla birlikte yararlı ozon miktarı da kökü kurutulamayacak bollukta değildir. Normal hava basıncında sıkıştırılacak olsa, yalnızca birkaç milimetre kalınlığında bir katman oluşturur. Kolaylıkla zarar görebilmesi ve bu zararın kısa sürede kritik bir hal alabilmesi de bundan kaynaklanır.

Klorotlüorokarbonlar da çok bol sayılmaz: Atmosfer bütününün yalnızca milyarda birlik bölümünü oluştururlar. Ama aşırı derecede yıkıcıdırlar. Tek bir kilogram CFC, 70.000 kilogram atmosferik ozonu delip yok edebilir. Üstelik CFC'ler çok uzun süre (ortalama bir yüzyıl boyunca) atmosferde kalırlar ve kaldıkları sürece büyük tahribat yaratmaya devam ederler. Aynı zamanda çok güçlü ısı süngerleridir. Tek bir CFC molekülü,

sera etkilerini şiddetlendirmekte bir karbondioksit molekülünün yaklaşık on bin misli etkilidir, ki karbondioksit dediğimiz şey de yabana atılacak türden bir sera gazı değildir. Anlayacağınız, klorotlüorokarbonların yirminci yüzyılın en kötü icadı olduğu belki de zamanla ortaya çıkacaktır.

Midgley bunu hiç öğrenemedi, çünkü CFC’lerin ne denli yıkıcı oldukları anlaşılamadan öldü. Ölümünün bile unutulmaz bir acayipliği vardı. Çocuk felci geçirip kötürüm kaldıktan sonra, kendisini otomatik olarak kaldırması ya da yatağa yatırması için motorlu makara takımıyla çalışan bir tertibat icat etti. 1944’te, makine harekete geçince Midgley kordonlara dolandı ve boğularak öldü.

Nesnelerin yaşını belirlemeye ilgi duyuyorsanız, 1940’larda Chicago Üniversitesi tam aradığınız yerdi. Willard Libby, radyokarbonla tarihlendirme yöntemini geliştirerek, kemiklerin ve diğer organik kalıntıların yaşını kesinkes tespit etme olanağını bilim adamlarına sunmak üzereydi. Daha önce hiç yapılamayan bir şeydi bu. Yöntem geliştirilmeden evvel, Mısır’ın I.Ö. 3000 yıllarına rastlayan Birinci Hanedanlık döneminden daha eski zamanlara ait kalıntılar güvenilir biçimde tarihlendirilemezdi. Mesela son buz katmanlarının ne zaman çekildiğini ya da Cro-Magnon insanlarının Fransa’daki Lascaux mağaralarının duvarlarını geçmişin hangi döneminde resimlerle süslediklerini kimse tereddütsüz söyleyemezdi.

Libby’nin fikri o kadar kullanışlıydı ki, 1960’ta bir Nobel Ödülü’yle mükâfatlandırılacaktı. Bu fikir, tüm canlı varlıkların içlerinde karbon-14 denilen bir karbon izotopu taşıdıkları ve öldükleri an bu izotopun ölçülebilir bir hızla bozunmaya başladığı anlayışına dayanıyordu. Karbon-14’ün yan-ömrü (herhangi bir örneğin yarısının yok olması için gereken süre)[1] yaklaşık 5.600 yıldır. Yani belli bir karbon örneğinin ne kadar bozunmuş olduğunu hesaplarsanız, bu örneği içeren cismin yaşını da isabetle belirleyebilirsiniz. Ama bu da ancak bir noktaya kadar mümkündür: Sekiz yan-ömür sonrasında geriye kalan, başlangıçtaki radyoaktif karbonun yalnızca 1/256’sı olur. Bu miktar güvenilir bir ölçüme elvermeyecek derecede azdır, dolayısıyla radyokarbonla tarihlendirme yöntemi yalnızca kırk küsur bin yıldan yaşlı olmayan nesnelerde işe yarar.

Ne gariptir ki, bu tekniğin giderek yaygınlaşmasıyla bazı kusurlarının ortaya çıkması bir oldu. Öncelikle, Libby'nin formülünün temel öğelerinden biri olan bozunma sabitinin, normalin yaklaşık yüzde 3 altında olduğu keşfedildi. Ne çare ki, o zamana kadar dünyanın dört bir yanında binlerce ölçüm yapılmıştı. Bu ölçümlerden her birini tek tek düzeltmek yerine, bilim adamları yanlış sabiti korumaya karar verdiler. "işte bu yüzden," der Tim Flannery, "bugün radyokarbonla tarihlendirme yöntemi kullanılarak belirlenmiş her yaş, aslından yaklaşık yüzde 3 oranında düşük bir rakamdır." Sorunlar bu kadarla da kalmıyordu. Karbon-14 örneklerine başka kaynaklardan, mesela örnekle beraber fark edilmeden toplanmış minik bir parça ottan kolaylıkla karbon bulaşabileceği de çabucak keşfedildi. Yaşları yirmi bin yıldan ileri olmayan, nispeten genç örnekler için hafifbir kirlenme her zaman çok önemli olmayabilir, ama daha yaşlı örneklerde ciddi bir sorundur bu, çünkü onlarda artakalan tek tük atomun sayımı yapılmaktadır. Yine Flannery'nin benzetmesiyle, genç örneklerde bu durum bin dolar para sayarken bir dolarlık hata yapmaya benzer; yaşlı örneklerde ise zaten topu topu iki dolarınız varken bir dolar eksik ya da fazla saymakla birdir.

Libby'nin yöntemi de karbon-14'ün atmosferdeki miktarının ve canlı varlıklar tarafından emilme hızının tarih boyu aynı kaldığı varsayımına dayanıyordu. Halbuki işin aslı öyle değildi. Atmosferik karbon-14 miktarının, Yerküre manyetizmasının kozmik ışınları saptırmaktaki başarı ya da başarısızlığına bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini ve bu başarı ya da başarısızlığın da zaman içinde önemli ölçüde değişkenlik gösterebileceğini artık biliyoruz. Demek ki bazı karbon-14 tarihlendirmeleri diğerlerinden daha kuşkuludur. insanların Amerika kıtasına ilk gelişlerine yakın zamanlar en kuşkulu tarihler arasındadır, ki meselenin mütemadiyen tartışma konusu olmasının bir sebebi de budur.

Son olarak, belki biraz beklenmedik bir gelişmeyle, tarihlendirme sonuçları öngörülmeyen dış faktörler yüzünden çöpe atılabilir hale geldi. Mesela, kemikleri teste tabi tutulan canlıların beslenme alışkanlıkları test sonuçlarını etkileyebiliyordu. Son vakalardan biri, frenginin Yenidünya'dan mı, yoksa Eskidünya'dan mı çıktığı konusundaki uzun tartışmayla ilgiliydi. Ingiltere'nin kuzeyindeki Hull'de çalu,;an arkeologlar, bir manastır mezarlığında yatan keşişlerin frengi hastası olduklarını bulguladılar.

Başlangıçta keşişlerin frengiye Kolomb'un keşif seferinden önce yakalandıkları sonucuna varılmıştı, ama çok fazla balık yemiş olduklarının anlaşılması üzerine bundan kuşku duyulmaya başlandı. Çünkü balık ağırlıklı beslenme, kemiklerin olduğundan yaşlı görünmesine sebep olabilirdi. Keşişler belki sahiden de frengi hastasıydılar, ama bu hastalığa nasıl ve ne zaman yakalandıkları sorusu hayal kırıklığı yaratan çözümsüzlüğünü hâlâ koruyor.

Karbon-14'ün çok falsolu sonuçlar verdiği anlaşılınca, bilim adamları eski maddeleri tarihlendirmenin başka yöntemlerini icat ettiler. Bunlar arasında, topraktan yapılmış cisimler içine hapsolmuş elektronları ölçen termolüminesans (ısılışıldama) ve bir örneğin elektromanyetik dalga bombardımanına tutulup, elektron titreşimlerinin ölçülmesini gerektiren elektron spin rezonansı sayılabilir. Ama bu yöntemlerin en iyileri bile yaklaşık 200.000 yıldan yaşlı hiçbir şeyi tarihlendiremiyordu. Kayaçlar gibi inorganik maddelerse hiç tarihlendirilemiyordu, ki eğer gezegeninizin yaşını belirlemek istiyorsanız elbette asıl becermeniz gereken iş buydu.

Kayaçların tarihlendirilmesini zorlaştıran sorunlar o kadar büyüktü ki, bir ara neredeyse bütün dünya bunun başarılabileceğinden umudu kesti. Arthur Holmes adında azimli bir Ingiliz profesör olmasaydı, bu sevdadan tamamen vazgeçilmiş olabilirdi.

Holmes, aldığı sonuçlar nedeniyle olduğu kadar, üstesinden geldiği engellerden dolayı da kahramandı. l 920'lerde Holmes kariyerinin zirvesindeyken, jeoloji iyice gözden düşmüştü: Çağın yeni heyecanı fizikti artık. Bilhassa jeolojinin manevi beşiği olan Britanya'da, mali kaynaklar ciddi biçimde kısıtlanmıştı. Durham Üniversitesi'nde, jeoloji bölümünün bütün kadrosu senelerce Holmes'tan ibaret kaldı. Holmes, radyometrik kayaç tarihlendirme çalışmalarını sürdürebilmek için sık sık ekipman ödünç almak ya da derme çatma düzenekler inşa etmek zorunda kalıyordu. Bir defasında, üniversitenin kendisine basit bir hesap makinesi temin etmesini beklerken hesaplamalarını bir seneliğine ertelemesi gerekmişti. Kimi zaman, ailesinin geçimini sağlayacak kadar para kazanabilmek için akademik çevrelerden elini eteğini çekmesi icap ediyordu. Bir müddet Newcastle-upon-Tyne' da bir antikacı dükkânı işletti. Jeoloji Derneği'nin 5

£ tutarındaki yıllık üyelik aidatını ödemeye bile bütçesinin elvermediği olurdu.

Holmes’un çalışmalarında kullandığı teknik, kuramsal açıdan basitti ve ilk kez 1904’te Ernest Rutherford tarafından gözlemlenmiş bir süreçten yola çıkıyordu: Bazı atomlar tahmin edilebilir bir hızla bozunarak bir elementten diğerine dönüşür ve bu bozunma hızı bir nevi saat vazifesi görebilirdi. Yani potasyum-40’ın argon-40’a dönüşmesi için gereken süreyi bildiğiniz ve her birinin söz konusu örnekteki miktarını ölçtüğünüz takdirde, bir maddenin kaç yaşında olduğunu hesaplayabilirdiniz. Holmes’un katkısı, kayaçların yaşını hesaplamak için uranyumun kurşuna bozunma hızını ölçmek oldu. Böylece Yerküre’nin yaşını da hesaplayabileceğini umuyordu.

Ama hakkından gelmesi gereken birçok teknolojik zorluk vardı. Holmes’un ihtiyaç duyduğu ya da en azından, kendisine sağlandığı takdirde minnettar kalacağı şeylerden biri de, çok küçük örneklerden çok duyarlı ölçümler çıkarabilecek türden gelişmiş aletlerdi. Oysaki az önce de gördüğümüz gibi, üniversiteden koparabildiği tek şey basit bir hesap makinesi olmuştu. Dolayısıyla 1946’da Yerküre’nin en az üç milyar yıllık ve muhtemelen çok daha yaşlı olduğunu kendine az çok güvenerek ilan edebilmesi oldukça büyük bir başarıydı. Ne yazık ki, şimdi de bir diğer zorlu engelle karşı karşıyaydı: meslektaş bilim adamlarının muhafazakârlığı. Metodolojisinden övgüyü esirgememekle birlikte birçoğu, onun Yer-küre’nin yaşını değil, yalnızca Yerküre’yi oluşturan maddelerin yaşını bulmuş olduğunu ileri sürdüler.

İşte tam o sıralar, Chicago Üniversitesi’nden Harrison Brown, (tortulların katmanlaşmasıyla değil, ısınmayla oluşmuş kayaçlar olan) korkayaçlardaki kurşun izotoplarını saymanın yeni bir yöntemini geliştirdi. Bunun son derece usandırıcı bir çalışma gerektireceğini fark edince, genç Clair Patterson’ı bilimsel inceleme projesi olarak bu işle görevlendirdi. Yeni yöntemiyle Yerküre’nin yaşını belirlemenin “çocuk oyuncağı” olacağı konusunda Patterson’a umut vermişti. Ne var ki bu iş yıllar alacaktı.

Patterson proje üzerinde çalışmaya 1948’de başladı. Yerküre’nin yaşını keşfedişi, Thomas Midgley’nin teknolojik ilerlemeye olan renkli katkıları yanında epey sönük kaldı. Yedi yıl boyunca önce Chicago Üniversitesi’nde, sonra da (1952’de geçtiği) California Teknoloji Enstitüsü’nde steril bir

laboratuvarda çalışarak, dikkatle seçilmiş eski kayaç örneklerindeki kurşun/uranyum oranlarının çok hassas ölçümlerini yaptı.

Yerküre'nin yaşını ölçmenin zorluğu, gezegenin kendisiyle neredeyse yaşıt, kurşunlu ve uranyumlu kristaller içeren aşırı eski kayaçlara ihtiyaç duyulmasından ileri geliyordu. Daha genç yaştaki her şeyin araştırmayı yanıltıcı sonuçlara götüreceği çok açıktı. Ama bu denli eski kayaçlara da Yerküre'de nadiren rastlanırdı. 1940'ların sonlarında bu kıtlığın neden kaynaklandığına akıl erdirebilen yoktu. Hatta ne acayiptir ki, daha Yerküre'nin eski kayaçlarının nereye kaybolmuş olduğuna bile makul bir açıklama getiremeden, kendimizi uzay çağında bulacaktık. (Yanıt levha tektoniğinde gizliydi, ki elbette sırası geldiğinde ona da değineceğiz.) Bu arada Patterson'a da, son derece sınırlı malzemelerle bu gizemlerden mana çıkarmaya çalışmak kalmıştı. Nihayet dâhiyane bir buluşla, Yerküre dışından gelen taşları kullanarak kayaç kıtlığını aşabileceğini akıl etti. Ve dikkatini göktaşlarına yöneltti.

Oldukça iddialı, ama doğruluğu ileride kanıtlanacak bir varsayımda bulunuyordu: Göktaşlarından çoğu esasen güneş sisteminin ilk günlerinden artakalan yapı malzemeleriydi ve bu yüzden iç kimyalarını az çok bozulmamış vaziyette muhafaza etmeyi başarmışlardı. Uzayda başıboş dolanan bu taşların yaşını bulursanız, Yerküre'nin yaşına da (yeterince yakın bir tahminle) ulaşmış olurdunuz.

Ama her zamanki gibi, hiçbir şey böylesine yüzeysel bir tanımın zannettireceği kadar basit değildi. Göktaşları bolca bulunmadığı gibi, göktaşlarından alınmış örneklere ulaşmak da çok kolay olmayacaktı. Dahası, Brown'ın kılı kırk yaran ölçüm tekniğinin pratikte elverişsiz kaldığı anlaşılmıştı ve büyük ölçüde tasfiyesi gerekiyordu. Her şey bir yana, Patterson'ın örnekleri havayla her temas edişlerinde sürekli olarak ve açıklanamaz derecede büyük dozlarda atmosferik kurşun kirlenmesine uğruyordu. Patterson'ı steril bir laboratuvar kurmaya iten de bu oldu. En az *bir* kitapta belirtildiği üzere, dünyanın ilk steril laboratuvarıydı bu.

Patterson'ın, sırf nihai teste uygun örnekler toplamak için, yedi sene sabırla çalışması gerekti. 1953 baharında örneklerini Illinois'daki Argonne Ulusal Laboratuvarı'na götürdü ve orada son model bir kütle-spektrografıyla çalışma olanağı buldu. Bu makine, eski kristaller içine

hapsolmuş çok küçük uranyum ve kurşun miktarlarını saptayıp ölçebiliyordu. Sonuçlarına nihayet ulaştığı zaman Patterson o kadar heyecanlandı ki, soluğu Iowa'da, çocukluğunu geçirdiği evde aldı ve kalp krizi geçirdiğini zannederek annesinden kendisini hastaneye kaldırmasını istedi.

Kısa süre sonra, Wisconsin'de düzenlenen bir toplantıda, Patterson Yerküre için kesin bir yaş ilan etti: 4 milyar 550 milyon yıl (artı ya da eksi 70 milyon yıl). McGrayne'in hayranlıkla belirttiği gibi, "Elli yıl sonra bile hâlâ değişmemiş bir rakamdır bu." iki yüz yıllık emeğin karşılığı sonunda alınmıştı: Yerküre'nin bir yaşı vardı artık.

Esas misyonunu tamamlayan Patterson şimdi de dikkatini kafaları kurcalayan bir diğer soruna, atmosferdeki onca kurşunun nereden geldiği sorusuna yöneltti. Kurşunun insanlar üzerindeki etkileri hakkında az da olsa bilinen her şeyin neredeyse istisnasız olarak yanlış ya da yanıltıcı olduğunu anladığında şaşkına döndü. Hal böyleyken, kurşunun etkilerini ele alan her araştırmanın son kırk yıldır kurşunlu katkı maddeleri imalatçıları tarafından finanse edildiğini keşfetmesi de hiç şaşırtıcı değildi.

Bu araştırmalardan birinde, kimyasal patoloji alanında uzmanlık eğitimi almamış bir doktor beş yıllık bir programın sorumluluğunu üstlenmişti. Programda, gönüllülerden yüksek miktarlarda kurşun solumaları ya da yutmaları isteniyor, sonra da idrarları ve dışkıları teste tabi tutuluyordu. Ne yazık ki, sorumlu doktorun besbelli bilmediği üzere, kurşun idrar ve dışkı yoluyla vücuttan atılmaz. Kemiklerde ve kanda birikir. Onu tehlikeli kılan da budur. Ama söz konusu araştırmada ne kemikler ne de kan teste tabi tutulmuştu. Sonuç olarak, kurşuna temiz raporu verildi.

Patterson, atmosferimizde çok fazla kurşun olduğunu ve bunun yüzde 90'ının otomobillerin egzoz borularından geldiğini çabucak tespit etti, ama kanıtlayamadı. (Atmosferdeki kurşun oranı hâlâ yüksek aslında, çünkü kurşun asla yok olmaz.) Halihazırda atmosferde bulunan kurşun düzeylerini, tetraetil kurşunun piyasaya sürüldüğü 1923'ten önce var olan düzeylerle karşılaştırmanın bir yolunu bulması gerekiyordu. Cevabın buz çekirdeklerinde saklı olabileceği geldi aklına.

Grönland gibi yerlere yağan karların, birbirinden ayırt edilebilecek yıllık katmanlar halinde biriktiği biliniyordu. (Çünkü mevsimsel sıcaklık farkları, kış ile yaz mevsimleri arasında hafif renk değişimleri yaratıyordu.) Söz konusu katmanları geriye doğru sayarak ve her birindeki kurşun miktarını ölçerek, yüzlerce, hatta binlerce yıl içindeki herhangi bir zamanda geçerli olan global kurşun konsantrasyonlarını hesaplamak mümkündü. Bu düşünce buz çekirdeği incelemelerinin temelini oluşturdu; daha modem iklimbilimsel çalışmalar da bu incelemeleri temel aldı.

Patterson, 1923'ten önce atmosferde yok denecek kadar az kurşun bulunduğunu ve o zamandan beri kurşun düzeyinin kararlı ve tehlikeli bir hızla yükselmekte olduğunu bulguladı. Kurşunu benzinden çıkarmayı hayatının davası haline getirdi. Bu yolda, kurşun endüstrisinin ve çıkarlarının, sözünü sakınmayan, ısrarlı eleştirmeni oldu.

Kampanya, kıran kırana bir savaşa dönüşecekti. Ethyl, yüksek mevkilerde pek çok dostu olan güçlü bir global şirketti. (Direktörleri arasında Yüksek Mahkeme Yargıcı Lewis Powell ve Ulusal Coğrafya Demeği'nden[2] Gilbert Grosvenor da vardı.) Patterson aniden, araştırmalarına kaynak temin eden kuruluşlardan destek kaybetmeye ya da kaynak bulmakta çok zorlanmaya başladı. Amerikan Petrol Enstitüsü, Patterson'la yaptığı bir araştımıa sözleşmesini feshetti; sözümona tarafsız bir devlet kurumu olan Amerika Birleşik Devletleri Halk Sağlığı Servisi de aynı yolu izledi.

Patterson, bünyesinde çalıştığı kurum için giderek daha büyük bir sakınca haline gelirken, kurşun endüstrisinin resmi görevlileri okul mütevellilerine Patterson'ı susturmaları ya da kovmaları için sürekli baskı yapıyorlardı. 2000'de Na/ion'da yazan Jamie Lincoln Kitman'a göre, Ethyl'in üst düzey yöneticilerinin "Patterson'ın kapı dışarı edilmesi şartıyla" Califomia Teknoloji Enstitüsü'nde koltuk teklif ettikleri yönünde iddialar vardı. Ne saçmadır ki, Patterson artık atmosferik kurşun konusunun tartışmasız en ileri gelen uzmanı olduğu halde, 1971'de atmosferik kurşun zehirlenmesinin tehlikelerini soruşturmakla görevli bir Ulusal Araştırma Konseyi paneline davet edilmedi.

Şerefine gölge düşürmeyen Patterson, baskılara asla boyun eğmedi. Sonunda onun çabaları sayesinde 1970'te Temiz Hava Yasası yürürlüğe

girdi ve ardından 1986 ’da Amerika Birleşik Devletleri ’nde tüm kurşunlu benzin satışları durduruldu. Neredeyse aynı anda, Amerikalıların kanlarındaki kurşun düzeyleri yüzde 80 oranında düştü. Ama kurşun hiç yok olmadığından, bugün hayatta olan Amerikalılar, kanlarında bir yüzyıl önce yaşamış insanlara kıyasla yaklaşık 625 kat fazla kurşun taşıyorlar. Atmosferdeki kurşun miktarı da artmaya devam ediyor, ama bu artış senede yaklaşık yüz bin tonla sınırlı ve çoğu madencilikten, dökümcülükten ve endüstriyel etkinliklerden kaynaklanıyor. Amerika Birleşik Devletleri, McGrayne’in belirttiği gibi “çoğu Avrupa devletinden kırk dört yıl sonra” iç mekân boyalarında da kurşunu yasakladı. Gelgelelim, ürkütücü zehirliliğine karşın kurşun lehim Amerikan gıda konteynerlerinden 1993 ’e kadar kaldırılmadı.

Ethyl Corporation’a gelince... Hâlâ dimdik ayakta, gerçi artık General Motors’un, Standart Oil’in ve Du Pont’un hissedarlığından yoksun. (Bu şirketler hisselerini 1962’de Albemarle Paper diye bir şirkete sattılar.) McGrayne’e göre Ethyl, Şubat 2001 gibi geç bir tarihe kadar “kurşunlu benzinin insan ya da çevre sağlığını tehdit ettiğinin araştırmalarla kanıtlanamadığı” iddiasını sürdürdü. Web sitesinde yer alan şirket tarihçesinde, ne kurşunun ne de hatta Thomas Midgley’nin bahsi geçiyor, yalnızca orijinal ürünün “belli bir kimyasal madde kombinasyonu” içerdiğine değiniliyor.

Ethyl artık kurşunlu benzin üretmiyor, gerçi şirketin 2001 kayıtlarına göre, 2000’deki toplam 795 milyon $’lık satış gelirinin 25,1 milyon $’lık kısmı (kayıtlarda kısaca TEL diye geçen) tetraetil kurşun satışından elde ediliyor. 1999’daki 24,1 milyon $’lık satıştan yüksek, ama 1998’deki 117 milyon $’lık satıştan düşük bir rakam bu. Şirket, raporunda “dünyanın dört bir yanında satışı yavaş yavaş azalmaya yüz tutan TEL’den elde edilen geliri maksimuma çıkarma” yolundaki kararlılığını vurguluyor. Ethyl, TEL’i ingiliz Associated Octel Ltd. şirketiyle yaptığı bir anlaşma vasıtasıyla pazarlıyor.

Başımıza Thomas Midgley’nin sardığı öteki belaya gelince... Kloroflüorokarbonlar 1974’te Amerika Birleşik Devletleri’nde yasaklandı, ama onlar son derece dirençli, küçük şeytanlar olduklarından, bu tarihten önce (deodorantlarınızla ve saç spreylerinizle mesela) atmosfere

salıverdiğiniz her bir CFC tanesinin siz ölüp gittikten sonra bile hâlâ ortalıkta dolanacağına ve ozonu kemiriyor olacağına kesin gözüyle bakabilirsiniz. Daha kötüsü, atmosfere her sene muazzam miktarlarda CFC katmaya halen devam ediyoruz. Wayne Biddle'a göre, bu maddenin 1,5 milyar $ değerindeki 27 milyon kilosu, her yıl piyasaya girmenin bir yolunu hâlâ buluyor. Öyleyse onu kim üretiyor? Biz üretiyoruz. Daha doğrusu, büyük şirketlerimizden birçoğu okyanus ötesindeki fabrikalarında CFC üretiyorlar. Çünkü CFC Üçüncü Dünya ülkelerinde 2010'a kadar yasaklanmayacak.

Clair Patterson 1995 'te öldü. Katkıları için bir Nobel Ödülü kazanmadı. Jeologlar hiçbir zaman kazanmazlar. İşin daha da ilginç yanı, yarım yüzyıl boyunca istikrarla ve giderek artan bir özveriyle ulaştığı başarılar, ona şöhret kazandırmak şöyle dursun, fazla dikkat bile çekmedi. Onun yirminci yüzyılın en etkili jeologu olduğu rahatlıkla savunulabilirdi. Ne çare ki, dünyada Clair Patterson'dan bahsedildiğini kim duymuş? Çoğu jeoloji kitabında onun adı bile geçmez. Son zamanlarda yayımlanan ve Yerküre'nin tarihlendirilme tarihini konu alan iki popüler kitap, Patterson'ın adını yanlış yazmayı dahi becermiştir. 2001 başlarında, *Nature* dergisinde bu kitaplardan birini yorumlayan bir kitap eleştirmeni, Patterson'ın bir kadın olduğunu sanmak gibi oldukça hayret verici bir diğer yanılgıya düşmüştür.

Kim ne derse desin, Clair Patterson'ın 1953'e kadar gerçekleştirdiği çalışmalar sayesinde, Yerküre nihayet herkesi aynı noktada buluşturacak bir yaşa kavuştu. Şimdi tek sorun, içinde bulunduğu evrenden daha yaşlı olmasıydı.

11

MUSTER MARK'IN KUVARKLARI

1911 'de C. T. R. Wilson adında Ingiliz bir bilim adamı, bulutları incelemenin daha kolay bir yolu olması gerektiğini düşündüğü sıralar, bulut oluşumlarını incelemek için İskoçya'nın rutubetiyle ünlü bir dağı olan Ben Nevis'in doruğuna düzenli aralıklarla tırmanmaktaydı. Cambridge'deki Cavendish Laboratuvarı'na geri döndüğünde, yapay bir bulut odası inşa etti:

Havayı serinletip nemlendirmek suretiyle laboratuvar koşullarında bulut modeli yaratabilmesini sağlayan basit bir aygıttı bu.

Aygıt gayet iyi çalışıyordu, ama beklenmedik bir de ek faydası ortaya çıkmıştı. Wilson sahte bulutlarını aşılamak için bir alfa parçacığını hızlandırıp odanın içinden geçirdiğinde, parçacık büyük bir yolcu uçağının gökyüzünde bıraktığı ize benzer, gözle görülür bir iz bırakıyordu. Wilson böylece, parçacık dedektörünü icat etmiş oldu. Bu dedektör, atomaltı parçacıkların gerçekten de var olduğunu inandırıcı biçimde kanıtlıyordu.

Sonunda, Berkeley'den Emest Lawrence, Califomia'da ünlü ve etkileyici siklotronunu (ya da bu tür aygıtlar için uzun zamandır heyecanla benimsenen terimle, atom parçalayıcısını) üretirken, Cavendish'te çalışan iki diğer bilim adamı da, daha güçlü bir proton-ışını cihazı icat ettiler. Bu acayip tertibatların hepsi de aşağı yukarı aynı prensiple çalışıyordu (hatta hâlâ öyle çalışıyor): Bir protonu ya da elektrik yüklü bir diğer parçacığı (bazen dairesel, bazen çizgisel olabilen) belli bir yol boyunca aşırı yüksek bir hıza ulaştırdıktan sonra başka bir parçacıkla çarpıştırıyor ve ortaya çıkan sonucun gözlemlenebilmesini sağlıyordu. Onlara atom parçalayıcı denmesinin sebebi budur. Bu buluş bilimin en parlak başarısı. sayılmazdı, ama genel anlamda etkiliydi.

Fizikçiler, gittikçe daha büyük ve daha iddialı makineler inşa ettikçe, görünüşe bakılırsa sınırsız sayıda parçacık ya da parçacık aileleri bulmaya veya varsaymaya başladılar: müonlar, pionlar, hiperonlar, mezonlar, K-mezonlar, Higgs bozonları, taşıyıcı vektör bozonlar, baryonlar, takiyonlar. Fizikçiler bile bu durumdan biraz rahatsızlık duymaya başlamışlardı. Enrico Fermi, kendisine belli bir parçacığın adını soran öğrenciyi "Genç adam," diye yanıtlamıştı, "bu parçacıkların adlarını hatırlayabilseydim, fizikçi olacağıma botanikçi olurdum."

Günümüzde hızlandırıcılara Flash Gordon'un savaşırken kullanacağı türden silahları çağrıştıran adlar veriliyor: Süper Proton Sinkrotronu, Büyük Elektron-Pozitron Çarpıştırıcısı, Göreceli Ağır iyon Çarpıştırıcısı gibi. Bu hızlandırıcılar muazzam miktarlarda enerji kullanır. (Civar kasabalarda yaşayan insanları cihaz devreye girdiği zaman yaşanan voltaj düşüklüğüne tanık etmemek için, bazıları yalnızca geceleri çalıştırılır.) Hızlandırıcılar parçacıkları öyle hareketli bir hale sokar ki, tek bir elektron bir saniye

içinde yedi kilometrelik bir tüneli kırk yedi bin kez turlayabilir. Bilim adamlarının bu işe kendilerini fena kaptırıp, dikkatsizlik sonucu bir karadelik, hatta belki de “garip kuvarklar” yaratacaklarından korkanlar vardır. “Garip kuvarklar” diye adlandırılan şeylerin diğer atomaltı parçacıklarla etkileşime geçip kontrolsüz biçimde çoğalmaları kuramsal açıdan mümkündür. Eğer bu satırları okuyorsanız, henüz böyle bir kaza olmamış demektir.

Parçacıkları bulmak büyük dikkat ve sabır isteyen bir iştir. Parçacıklar çok küçük ve çevik olmakla kalmaz, yakalanmaları çoğu zaman sinir bozucu derecede zordur. 0,000000000000000000000001 saniye (10-24) kadar küçük bir an içinde ortaya çıkıp kaybolabilirler. Kararsız parçacıkların en uyuşukları bile 0,0000001 saniyeden (10-^{7}) fazla görünürde kalmaz.

Bazı parçacıkları ele geçirmek, gülünç derecede zordur. Her saniye, dünyamız 10.000 trilyon trilyon minicik ve neredeyse kütlesiz nötrino tarafından ziyaret edilir. (Bunlardan çoğu Güneş’teki nükleer patlamalardan saçılır.) Hemen hepsi, gezegenimizin ve gezegen üstündeki her şeyin (siz ve ben dahil her şeyin) içinden, sanki hiçbir engelle karşılaşmamışçasına, bir çırpıda geçip gider. Aralarından yalnızca birkaçını yakalamak için bilim adamlarının 57.000 metreküp ağır su (nispeten bol miktarda döteryum içeren su) alabilecek büyüklükte tanklara ihtiyaçları olur. Bu tanklar, başka ışınım türlerinden etkilenmemeleri için yeraltı odalarına (genellikle eski madenlere) yerleştirilir.

Kırk yılda bir, dünyadan geçen bir nötrinonun sudaki atom çekirdeklerinden birine çarptığı ve küçücük bir miktar enerji ürettiği olur. Bilim adamları bu vakaları saymak suretiyle bizi evrenin temel özelliklerini anlamaya bir nebze olsun yaklaştırırlar. 1998’de Japon gözlemciler, nötrinoların pek fazla olmasa da bir miktar kütlesi olduğunu açıkladılar: bir elektronun on milyonda biri kadar.

Bugünlerde parçacık bulmanın en önemli şartı paradır, hem de çuvalla para. Fizikte, aranan şeyin küçüklüğü ile aramayı gerçekleştirmek için gereken olanakların boyutu arasında tuhafbir ters ilişki vardır. CERN (Avrupa Nükleer Araştırma Konseyi) küçük bir şehri andırır. Fransa’yla İsviçre arasındaki sınıra kumlu bu şehir, üç bin kişiye istihdam sağlar ve

kilometrekarelerle ölçülen bir alan işgal eder. CERN’in gurur kaynağı, Eiffel Kulesi’nden ağır çeken bir mıknatıs zinciri ve 26 kilometre uzunluğunda bir yeraltı tünelidir.

Atomları parçalamak, James Trefil’in de belirttiği gibi, kolay bir iştir; flüoresan bir lambayı her açtığınızda yaptığınız şey budur. Oysa atom çekirdeğini parçalamak, çuvalla para ve cömert bir elektrik kaynağı gerektirir. Kuvarklar, yani parçacıkları oluşturan parçacıklar düzeyine inmek içinse, daha fazlasına ihtiyaç vardır: trilyonlarca voltluk elektrik ve küçük bir Orta Amerika ülkesininkine denk bir bütçe. CERN’in 2005’te faaliyete geçmesi planlanan yeni Büyük Hadron Çarpıştırıcısı 14 trilyon volt enerji kullanacak ve inşaat maliyeti 1,5 milyar $’ı aşacak.[3]

Ama bu rakamlar, artık maalesef rafa kaldırılmış olan muazzam Süperiletken Süper-çarpıştırıcı (SSC)[4] için söz konusu olabilecek miktarların yanında solda sıfır kalır. Bu süper-çarpıştırıcının yapımı 1980’lerde Texas’taki Waxahachie yakınlarında başladı ve ABD Kongresi ’yle kendi “süper-çarpışmasını” yaşayana dek devam etti. Çarpıştırıcının amacı, evrenin on bin milyarda bir saniyelik ilk anı sırasında geçerli olanlara mümkün olduğunca yakın koşulları yeniden yaratarak, bildik ifadesiyle “maddenin en temel doğası”nı derinlemesine inceleme olanağını bilim adamlarına tanımaktı. 99 trilyon volt gibi akıllara durgunluk veren miktarlarda eneıji kullanan 84 kilometre uzunluğunda bir tünelin içine parçacıklar fırlatılması planlanmıştı. Müthiş bir tasarıydı, ama aynı zamanda, inşaatı 8 milyar $’a (bu rakam sonradan 10 milyar $’a yükseltildi), yıllık işletim masraflarıysa yüz milyonlarca dolara mal olacaktı.

Kongre, yere oyulmuş bir çukura para dökmenin tarihteki belki de en güzel örneğini sergileyerek, inşaat için 2 milyar $ harcadı ve 1993’te tünelin 22 kilometrelik bölümü kazıldıktan sonra projeyi iptal etti. Yani Texas bugün evrenin en pahalı çukuruna sahip olmakla övünüyor. *Fort Worth Star-Telegram’âa* çalışan arkadaşım JeffGuinn’den öğrendiğim kadarıyla orası, “hayal kırıklığına uğramış küçük kasabalarla çevrili, uçsuz bucaksız, dümdüz bir araziden ibaret.”

Süper-çarpıştırıcı fiyaskosundan bu yana, parçacık fizikçileri hedeflerini biraz küçülttüler. Ama nispeten mütevazı projelerin maliyetleri bile, neyle

karşılaştırırsanız karşılaştırın hayli nefes kesici olabiliyor. Güney Dakota'nın Lead kasabasındaki eski Homestake Madeni'ne kurulması önerilen bir nötrino gözlemevinin inşaatı, önceden kazılmış bir maden kullanılacağı halde 500 milyon $ 'a mal olacaktı. (Yıllık işletim giderleri bu hesaba dahil edilmemiştir.) "Genel tadilat giderleri" ise 281 milyon $'ı bulacaktı. Bu arada, Illinois'daki Fermilab'de, bir parçacık hızlandırıcısının sırf onarımı için gereken para 260 milyon $'dır.

Kısacası, parçacık fiziği son derece pahalı, ama verimli bir girişimdir. Günümüzde parçacık sayısı 150'yi geçmiştir. 100 parçacıktan daha kuşkulanılmaktadır. Ama ne yazık ki, Richard Feynman'ın sözleriyle, "bütün bu parçacıkların ilişkilerini ve doğanın onlara neden ihtiyaç duyduğunu ya da birinden diğerine değişen bağlantıların neler olduğunu anlamak çok zordur." Kaçınılmaz olarak, hangi kilitli kutuyu açmayı başarsak, içinden başka bir kilitli kutu daha çıkıyor. Kimileri takiyonlar denilen ve ışıktan hızlı hareket edebilen parçacıkların var olduğunu düşünüyorlar. Kimileri kütleçekiminin taşıyıcısı olan gravitonları bulmayı arzuluyorlar. Atomun indirgenemez özüne hangi noktada ulaşılacağını söylemek kolay değil. Carl Sagan Cosmos'ta (Kozmos) şu olasılığı gündeme getirmişti: Bir elektronun derinliklerine doğru seyahat edebilseydiniz, belki onun da kendine ait bir evren içerdiğini anlardınız, ellilerin bilimkurgu hikâyelerini anımsatan bir evren. Sagan'ın sözleriyle, "içinde daha da küçük başka temel parçacıklar vardır. Muazzam sayılardaki bu parçacıklar, galaksilerin ve daha küçük yapıların o evrendeki eşdeğerleri gibi düzenlenmiştir. Kendileri de müteakip düzeyde birer evrendir ve bu böyle sürüp gitmektedir: büyükten küçüğe doğru sonsuz bir gerileme, evren içinde evrenler, bitmemecesine... Keza, küçükten büyüğe doğru da aynı şey geçerlidir."

Çoğumuzun akıl erdiremeyeceği bir dünyadır bu. Şimdilerde parçacık fiziği hakkında en basitinden bir rehber kitap okumak için bile, şuna benzer terminolojik bir labirentte yolunuzu bulabilmeniz gerekir: "Yüklü pion bir müon artı antinötrinoya, antipionsa ortalama yan-ömrü 2,603 x 10-s saniye olan bir antimü-on artı nötrinoya bozunur, nötr pion ortalama yan-ömrü yaklaşık 0,8 x 10-16 saniye olan iki fotona bozunur, müon ve antimüon ise sırasıyla..." Ve bu böyle sürüp gider... Üstelik bu cümleler, (normalde) en

“kolay anlaşılır” yorumculardan biri olan Steven Weinberg tarafından genel okuyucu kitlesi için yazılmış bir kitaptan alınmıştır.

1960’larda, California Teknoloji Enstitüsü fizikçilerinden Murray Gell-Mann, konuyu az da olsa basitleştirmeyi denedi ve Steven Weinberg’in sözleriyle, “hadron çokluğunu biraz seyreltmek amacıyla” yeni bir parçacık sınıfı icat etti. Protonlar, nötronlar ve güçlü nükleer kuvvetin hâkimiyeti altındaki diğer parçacıklar fizikçiler arasında toplu olarak *hadronlar* terimiyle anılır. Gell-Mann’ın kuramına göre, tüm hadronlar daha da küçük, hatta daha temel parçacıklardan yapılmıştı. Meslektaşı Richard Feynman bu yeni temel parçacıkları (ünlü şarkıcı Dolly Parton’ın soyadı gibi) *partonlar* diye adlandırmak istedi, ama önerisi reddedildi. Onun yerine, *kuvarklar* terimi benimsendi.

Gell-Mann bu adı James Joyce’un *Finnegans Wake* (Finnegan’ın Uyanışı) adlı romanında geçen bir cümleden almıştı: “Muster Mark’a üç kuvark!” (Ayırımcı fizikçiler, bu uydurmaca sözcüğü “kuvark” olarak değil de “kuvork” diye telaffuz ederler, oysa Joyce’un aklındaki telaffuzun “kuvark” olduğu neredeyse kesin.) Sınıflandırmanın başlangıçta amaçlanan basitliği çok uzun sürmedi. Kuvarklar daha iyi anlaşılmaya başlandıkça, altbölümler sunmak zorunlu bir hal aldı. Renk, tat ya da bizim fark edilebileceğimiz başka fiziksel karakteristikler taşıyamayacak kadar küçük olmalarına rağmen, fizikçilerin her ne hikmetse “kokular” diye anmayı tercih ettikleri altı kategoriye ayrıldılar: yukarı, aşağı, acayip, büyü, alt, üst. Bunlar da kendi içlerinde renklere ayrılıyordu: kırmızı, yeşil ve mavi. (Şimdi gelin de, bu terimlerin ilk kez Califomia’da, LSD ve marihuana gibi halüsinasyona yol açan maddelerin bolca tüketildiği 60’lı yıllarda kullanılmasının tesadüf olamayacağından kuşkulanmayın.)

Sonunda bütün bunlardan Standart Model diye adlandırılan şey doğdu. Standart Model, esas itibariyle, atomaltı âleminin bir nevi malzeme kutusudur. Altı kuvarktan, altı leptondan, beşi bilinen, biri varsayılan altı bozondan ve dört fiziksel kuvvetin üçünden (güçlü nükleer kuvvet, zayıf nükleer kuvvet ve elektromanyetizmadan) oluşur. (Varsayılan bozon iskoç bilim adamı Peter Higgs’in adını alan Higgs bozonudur.)

Modelde, kuvarkların maddenin temel yapıtaşları arasında yer aldığı kabul edilir. Kuvarklar, gluonlar denilen parçacıklar tarafından bir arada

tutulur; kuvarklarla gluonlar birlikte atom çekirdeğinin maddesi olan protonlarla nötronları oluşturur. Leptonlar, elektronlarla nötrinoların kaynağıdır. Kuvarklarla leptonlar birlikte fermiyonlar diye adlandırılır. Adını Hintli fizikçi S. N. Bose'dan alan bozonlar, kuvvetleri üreten ve taşıyan parçacıklardır; fotonlarla gluonlar bozon türleri arasında yer alır. Higgs bozonunun var olup olmadığı bilinmiyor; sadece parçacıklara kütle kazandırmanın bir yolu olarak icat edilmiş.

Görebileceğiniz gibi, belki biraz havaleli olmakla birlikte, parçacıklar âleminde neler döndüğünü açıklayabilen en basit modeldir bu. Leon Lederman'ın 1985'te bir PBS belgeselinde belirttiği gibi, çoğu parçacık fizikçisi Standart Model'in zarafetten ve basitlikten yoksun olduğu hissine kapılır. "Fazla komplikedir. Çok fazla keyfi parametresi vardır," der Lederman. "Yaratan'ın evreni bildiğimiz haline getirirken yirmi parametre belirleyip yirmi düğmeye basmış olduğuna inanası gelmiyor insanın." Fizik gerçekten de, yüce basitliği bulma çabasından başka bir şey değildir, ama şimdiye kadar tek bulabildiğimiz zarif bir çapraşıklık olmuştur. Ya da Lederman'ın ifadesiyle: "Karşımıza çıkan tablonun güzel olmadığı hissine kapılırız."

Standart Model çirkin olduğu kadar, eksiktir de. Her şey bir yana, kütleçekimi hakkında hiçbir şey söylemez. Standart Model'i istediğiniz kadar araştırın, masanın üstüne bir şapka koyduğunuz zaman şapkanın neden uçarak tavana yükselmediğini açıklayan bir şey bulamazsınız. Az önce değindiğimiz gibi, kütleyi açıklamaktan da âcizdir. Parçacıklara herhangi bir kütle vermek için, modele varsayımsal Higgs bozonunu yamamak zorundayız. Bu bozonun gerçekten var olup olmadığını bulmaksa yirmi birinci yüzyıl fizikçilerine kalıyor. Feynman'ın neşeyle gözlemlediği gibi: "Yani bu teoriyi başımıza sardık ve doğru mu yanlış mı olduğunu bilmiyoruz, ama *biraz* yanlış ya da en azından eksik olduğunun bilincindeyiz."

Her şeyi derleyip toplama çabasıyla, fizikçiler *süper-sicim kuramı* diye adlandırılan bir şey attılar ortaya. Bu kuram, daha önce parçacık muamelesi yaptığımız kuvarklar ve leptonlar gibi ufak şeylerin aslında "sicimler" olduğunu varsayar. Sicimler, on bir boyutta (bilgimiz dahilindeki üç boyut, zaman boyutu ve bilgimiz haricindeki yedi boyut daha) salınım üreten

titreşimli enerji iplikleridir. Çok miniktirler: nokta parçacıklar sayılabilecek kadar minik.

Süper-sicim kuramı, ekstra boyutları devreye sokmak yoluyla, fizikçilerin kuvantum ve kütleçekimi yasalarını nispeten düzenli bir pakette buluşturmalarını kolaylaştırır, ama aynı zamanda şu endişe verici sonucu da beraberinde getirir: Kuram hakkında bilim adamlarının ağızlarından çıkan her kelime, parkta dolaşırken ansızın karşılaşacağınız bir yabancıdan duyduğunuz takdirde ödünüzü koparacak türden düşünceleri andırmaya başlar. Mesela şu pasajda, fizikçi Michio Kaku süper-sicim perspektifinden bakarak evrenin yapısını izah ediyor:

Heterotik sicim, iki tür (saat yönünde ve ters saat yönünde) salınımı olan bir kapalı sicimden oluşur ve bu salınımlar farklı muamele görür. Saat yönündeki salınımlar on boyutlu bir boşlukta yaşar. Ters saat yönündekiler yirmi altı boyutlu bir boşlukta yaşar, ki bu boyutlardan on altısı sıkıştırılmış boyutlardır. (Hatırlarsanız Kaluza'nın orijinal beş boyutlu evreninde beşinci boyut çember halinde bükülüp sıkışıyordu.)

Ve bu böyle sürüp gider: yaklaşık 350 sayfa boyunca.

Sicim kuramı da, “M kuramı” denilen başka bir şey üretti. Bu kuram, zarlar (membranlar) ya da fizik dünyasının çokbilmişlerine sorarsanız kısaca “bran”lar diye bilinen yüzeyler içeriyordu. Bilgi otobanında çoğumuzun araçtan inmesi gereken durağa gelmiş bulunuyoruz korkarım. İşte *New York Times’tan,* konuyu mümkün olduğunca basitleştirerek genel okur kitlesine açıklamaya çalışan bir cümle:

Ekpirotik süreç, uzak ve belirsiz bir geçmişte, çarpık beş-boyutlu bir boşlukta birbirine paralel duran iki düz ve boş zarla başlar. ... Beşinci boyutun duvarlarını oluşturan bu iki zar, daha da uzak bir geçmişte bir kuvantum dalgalanması olarak yoktan var olmuş ve sonradan ayrı düşmüş olabilir."

İtirazımız yok. Bir şey anladığımız da yok. Bu arada *ekpirotik,* “büyük yangın” anlamındaki Yunanca sözcükten geliyor.

Fizikte meseleler günümüzde öyle bir boyuta vardı ki, Paul Davies’in *Nature’da* belirttiği gibi, “bilim adamı olmayan birinin, sağduyuya dayanmasına rağmen garip kaçan sözleri düpedüz deli saçması lakırdılardan

ayırt etmesi neredeyse olanaksızdır.” Bu sorun 2002 güzünde iki Fransız fizikçinin (Igor ve Grickha Bogdanov adlı ikiz kardeşlerin) iddialı bir kuram üretmeleriyle had safhaya ulaştı. Kuram, “sanal zaman” ve “Kubo-Schwinger-Martin durumu” gibi kavramlar içeriyor ve evrenin Büyük Patlama’yla yaratılmadan evvelki hiçliğini, yani fiziğin ve fiziksel özelliklerin doğumundan öncesini kapsadığı için her zaman “bilinemez” sayılmış bir dönemi tanımlamaya kalkışıyordu.

Neredeyse aynı anda, Bogdanov’ların bildirisi fizikçiler arasında tartışmalara sebep oldu: Bu kuram deli saçması mıydı, dâhiyane bir fikir miydi, yoksa bir aldatmaca mıydı? “Bilimsel olarak, tamamen saçmalık olduğunu söyleyebileceğimiz çok açık,” dedi Columbia Üniversitesi fizikçilerinden Peter Woit *New York Times’da*, “ama bugünlerde literatürün geri kalan kısmı da saçmalamakta çoğunlukla ondan geri kalmıyor.”

Steven Weinberg’in “modem bilim filozoflarının duayeni” olarak gördüğü Kari Popper bir defasında, mutlak geçerlikte bir fizik kuramının var olmayabileceğini, daha doğrusu, her açıklamanın yeni bir açıklama daha gerektirerek, birbirini tamamlayan bir temel ilkeler zinciri üretiyor olabileceğini ileri sürmüştü. Buna karşılık, böyle bir bilginin kapasitemizi aşan niteliklerde olabileceği ihtimali de var. Weinberg “Şimdiye kadar,” diye yazar *Dreams of a Final Theory* (Nihai Bir Kuram Hayali) adlı yapıtında, “neyse ki entelektüel kaynaklarımızın sonuna gelmiş gibi görünmüyoruz.”

Bu alanın daha *pek çok* düşünce gelişimine sahne olacağına kesin gözüyle bakılabilir ve yine aynı kesinlikle söylenebilir ki, o yeni düşünceler de çoğumuzun kapasitesini aşacak nitelikte olacaktır.

Fizikçiler yirminci yüzyıl ortalarında çok küçüklerin dünyasını hayretle incelerken, astronomlar da evren geneline yönelik anlayışımızda aynı derecede sarsıcı bir eksiklik bulmaktaydılar.

Edwin Hubble, kendisiyle son karşılaştığımızda, görüş alanımız içindeki galaksilerin hemen hepsinin bizden uzaklaşmakta olduğunu ve gerileme hızlarıyla bize olan uzaklıklarının doğru orantılı olduğunu belirlemişti: Galaksi ne kadar uzaktaysa o kadar hızlı hareket ediyordu. Hubble bunun basit bir denklemle ifade edilebileceğini f ark etti: $Ho = v/d$ (*Ho* denklemin

sabitini, *v* uzaklaşan bir galaksinin gerileme hızını ve *d* de bize olan uzaklığını temsil eder.) *Ho* o gün bugündür Hubble sabiti olarak, denklemin tamamı ise Hubble Yasası olarak tanına-gelmiştir. Hubble, bu formülü kullanarak evrenin yaklaşık iki milyar yıllık olduğunu hesapladı. Bu biraz yadırganacak bir rakamdı, çünkü 1920'lerin sonlarında bile evrendeki pek çok şeyin ve tabii ki Yerküre'nin bundan daha yaşlı olduğu apaçık ortadaydı. Bu rakamı düzeltmek kozmolojinin daimi takıntısı haline geldi.

Hubble sabitinin sabit kalan neredeyse tek yanı, ona hangi değeri vermek gerektiği konusundaki uzlaşmazlığın derecesi olmuştur. Astronomlar 1956'da Sefeit değişenlerinin düşündüklerinden daha değişken olduğunu keşfettiler: Tek değil iki çeşitleri vardı. Bu keşif, hesapları yeni baştan yapmalarına ve evren için 7 ila 20 milyar yıllık yeni bir yaş önermelerine olanak sağladı: Bu çok kesin bir yaş değildi elbet, ama Yerküre'nin oluşumunu nihayet kapsayabilecek büyüklükteydi hiç değilse.

İzleyen yıllarda, Hubble'ın Wilson Dağı'ndaki vârisi Allan Sandage ile Texas Üniversitesi'nde görev yapan Fransa doğumlu astronom Gerard de Vaucouleurs arasında kolay kolay sona ermeyecek bir tartışma patlak verdi. Sandage, yıllarca dikkatle hesap yaptıktan sonra, 50 değerinde bir Hubble sabitine ulaşmıştı ve bu sabit evrenin yaşına 20 milyar yıllık bir değer biçiyordu. De Vaucouleurs ise Hubble sabitinin 100 olduğundan aynı derecede emindi.[5] Bu değere göre evrenin büyüklüğü ve yaşı Sandage tarafından hesaplanan rakamın sadece yarısı kadardı: 10 milyar yıl. 1994'te California'daki Carnegie Gözlemevleri'nden bir ekip, Hubble Uzay Teleskopu'yla yapılmış ölçümleri kullanarak, evren için 8 milyar yıl kadar küçük bir yaş önerince, gizem biraz daha derinleşti: Evrendeki bazı yıldızlardan bile genç olduğuna ekip elemanlarının dahi ister istemez hak verdikleri bir yaştı bu. Şubat 2003'te NASA ile Maryland'deki Goddard Uzay Uçuşları Merkezi'nden ortak bir ekip, Wilkinson Mikrodalga Anizotropi Sondası denilen yeni ve geniş kapsamlı bir uydu türünden yararlanarak, evrenin 13,7 milyar (artı ya da eksi yüz milyon yıl) yaşında olduğunu belli bir güvenle ilan etti. Varılan en son nokta buydu, en azından şimdilik.

Nihai saptamalar yapmanın zor olanı yanı, yoruma açık noktaların genellikle çok fazla olmasıdır. Geceleyin bir arazinin ortasında dikildiğinizi

ve birbirinden uzak iki elektrik direği arasındaki mesafeyi tahmin etmeye çalıştığınızı farz edin. Astronominin yeterince basit yöntemlerinden yararlanarak, direklerdeki lambaların eşit parlaklıkta olduğunu ve birinin öbürüne göre sözgelimi yüzde 50 daha uzakta olduğunu kolaylıkla saptayabilirsiniz. Ama daha yakındaki ışığın sözgelimi 37 metre ötede yanan 58 vatlık bir lamba mı, yoksa 36,5 metre ötede yanan 61 vatlık bir lamba mı olduğundan emin olamazsınız. Üstüne üstlük, dünya atmosferindeki değişimler, galaksilerarası tozlar, ön plandaki yıldızlardan kaynaklanan ışık kirlenmesi ve başka pek çok faktör yüzünden oluşacak distorsiyonları da hesaba katmak zorundasınız. Neticede hesaplarınızı birbiriyle uyumlu bir dizi varsayıma dayandırmaya mecbursunuz ve bu varsayımlardan her biri tartışma konusu olmaya adaydır. Teleskoplara erişimin her zaman kısıtlı ve pahalı olduğu da bir gerçektir. Kırmızıya kaymaları ölçümlemek, teleskopla uzun uzun çalışmayı gerektirdiğinden tarihin her döneminde son derece maliyetli bir iş olmuştur. Tek bir görüntü yakalamak için sabaha kadar beklemek gerekebilir. Neticede, astronomlar oldukça yetersiz kanıtlardan sonuç çıkarmaya bazen mecbur kalırlar (ya da razı olurlar). Kozmolojide, gazeteci Geoffrey Carr'ın dediği gibi, "küçük bir kanıt tümsekçiği üzerine inşa edilmiş devasa bir kuram dağımız" vardır. Ya da Martin Rees'in ifadesiyle: "Şu anki [anlayış seviyemizden] hoşnutluğumuz, kuramın mükemmelliğinden çok, verilerin yetersizliğini yansıtıyor olabilir."

Bu belirsizlik, evrenin uzak kıyıları için olduğu kadar, daha yakınımızdaki şeyler için de geçerlidir. Donald Goldsmith'in belirttiği gibi, bir astronom "falanca galaksi 60 milyon ışık yılı ötededir" derken, aslında söz konusu galaksinin 40 ila 90 milyon ışık yılı ötede olduğunu kasteder ("ama bunu genellikle alenen vurgulamaz"). Eh, arada az fark yok doğrusu. Evren geneli söz konusu olduğunda, sayılar elbette adamakıllı abartılır. Bütün bunları aklımızda tutarak, bugünlerde evrenin yaşı konusunda yapılan en iyi tahminlerin 12 milyarla 13,5 milyar yıl arasında değiştiğini söyleyebiliriz, ama fikir birliğinden hâlâ çok uzağız.

Son zamanlarda öne sürülen ilginç bir kurama göre, evren hiç de sandığımız kadar büyük değildir. Uzaklara baktığımızda gördüğümüz galaksilerden bazıları sadece yansımalardan, ışığın geri tepmesiyle oluşmuş hayalet görüntülerden ibaret olabilir.

Gerçek şu ki, oldukça temel bir düzeyde bile, hâlâ bilmediğimiz çok şey var. Evrenin neden yapılmış olduğu bunlardan yalnızca bir tanesi. Bilim adamları varlıkları bir arada tutmak için gereken madde miktarını hesapladıkları zaman, bilinenler her zaman yetersiz kalıyor. Görünüşe bakılırsa, evrenin en az yüzde 90'ı, hatta belki yüzde 99'u Fritz Zwicky'nin "kara madde"sinden, yani doğası gereği bize görünmeyen maddeden oluşmuş. Çoğu kısmını görebilmeyi bile başaramadığımız bir evrende yaşıyor olduğumuzu düşünürsek biraz sinir bozucu, ama ne yaparsınız, işte buradayız. Bellibaşlı iki olası madde zanlısının adlan bari eğlenceli hiç değilse: Onlara ya WIMP'ler[6] (Zayıf Etkileşen Kütleli Parçacıklar) ya da MACHO'lar[7] (Kütleli Küçük Hale Cisimleri) deniyor. WIMP terimi Büyük Patlama'dan artakalan görünmez madde parçacıklarını tanımlıyor. MACHO ise karadeliklerin, kahverengi cücelerin ve diğer çok sönük yıldızların bir diğer adı sadece.

Parçacık fizikçileri WIMP'lerin parçacık açıklamasını, astrofizikçilerse MACHO'lann yıldız açıklamasını yeğler göründüler. Bir süre için MACHO'lar avantajlı durumda kaldı, ama tespit edilen MACHO sayısı yeterince artmayınca, ibre yeniden WIMP'lere kaymaya başladı. Gerçi şimdiye dek hiç WIMP bulunmayışı hâlâ bir sorun. WIMP'ler zayıf etkileşimli olduklarından (var oldukları bile varsayımdan öteye gitmemekle birlikte) saptanmaları çok zordur. Kozmik ışınlar çok fazla engel yaratır. Bu yüzden bilim adamlarının yeraltının derinliklerine inmeleri gerekir. Yerin bir kilometre altında, kozmik bombardımanlar yeryüzündekinin milyonda biri kadardır. Ama bütün bunların hepsi hesaba katıldığında bile, bir yorumcunun dile getirdiği gibi, "bilançoda evrenin üçte ikisi hâlâ eksik çıkar." Şimdilik onlara Dark Unknown Nonreflective Nondetectable Objects'in (Bilinmeyen Yansıtmayan Saptanamayan Kara Cisimler) kısaltması olarak DUNNO desek de olur.

Elde edilen son kanıtlar, evrendeki galaksilerin bizden hızla uzaklaşmakla kalmadıklarını, bunu ivme kazanan bir hızla yaptıklarını da düşündürüyor. işte bunu kimse beklemiyordu. Görünüşe bakılırsa evren belki yalnızca kara maddeyle değil, kara enerjiyle de dolu. Bilim adamları buna bazen *vakum enerjisi* ya da *beşinciöz* de diyorlar. O şey her ne ise, evreni hiç kimsenin doğru dürüst açıklayamayacağı bir genişlemeye sevk ediyor. Kurama göre uzay boşluğu o kadar da boş değil: Yoktan var olup,

vardan yok olan madde ve antimadde parçacıklarıyla dolu. Ve bunlar evreni ivme kazanan bir hızla dışarıya doğru itiyor. inanması çok zor ama, bütün bunları çözüme ulaştıran tek şey var, o da Einstein'ın kozmolojik sabiti: evrenin varsayımsal genişlemesini durdurmak için Genel Görelilik Kuramı 'na iliştirdikten sonra "hayatımın en büyük gafı" diye nitelendirdiği o küçük matematik parçası. Her nasılsa tutturmuş olabileceği şimdi şimdi anlaşılıyor.

Uzun lafın kısası, bize ve birbirlerine olan uzaklıklarını doğru dürüst bilmediğimiz yıldızlarla çevrili, tanımlayamadığımız maddelerle dolu, özelliklerini yeterince anlayamadığımız fizik yasalarına riayet eden, kesin yaşını hesaplayamadığımız bir evrende yaşıyoruz.

Bu yürek hoplatıcı notu da düştükten sonra, gelin artık gezegenimize geri dönelim ve *anladığımız* bir şeyi ele alalım. Gerçi onu bile tam olarak anlamadığımızı ve anladığımız kadarını da uzunca bir süre anlamamış olduğumuzu duymak, belki de şaşırtmayacaktır sizi artık.

12

YERKÜRE KIPIRDIYOR

Albert Einstein'ın 1955'teki ölümünden önceki son mesleki icraatlarından biri de, Charles Hapgood adında bir jeologun *Earth 's Shifiing Crust: A Key to Some Basic Problems of Earth Science* (Yerkabuğu Hareket Ediyor: Yerbilimin Temel Bazı Sorunlarına Bir Çözüm Yolu) başlıklı kitabına kısa ama çarpıcı bir önsöz yazmak olmuştu. Hapgood'un kitabı, kıtalann hareket halinde olduğu fikrini ısrarla reddediyordu. Hapgood, kitabında okuyucuyu kendisiyle bir bulup bu iddiaya burun kıvırmaya adeta davet eden bir üslupla, birkaç saftirik amatörün "bazı kıtalar arasında belirgin bir şekilsel uyuşma" fark ettiği gözleminde bulunuyordu. Görünüşe bakılırsa, diye devam ediyordu, "Güney Amerika kıtası ile Afrika kıtası puzzle parçalan gibi birbirine geçebilirmiş, falan feşmekan. ... Atlantik' in doğu ve batı yakalarındaki kayaç oluşumlarının birbirine uyduğunu iddia edenler bile oldu."

Bay Hapgood, bu yöndeki her iddiayı gözünü kırpmadan yadsıyarak, K. E. Caster ile J. C. Mendes adlı biyologların Atlantik'in her iki yakasında

kapsamlı saha araştırmaları yaptıklarına ve böyle bir benzerliğin bulunmadığını şüpheye yer bırakmayacak biçimde kanıtladıklarına dikkat çekiyordu. Caster'la Mendes'in nereye baktıklarını Tann bilir, çünkü Atlantik'in iki yakasındaki kayaç oluşumlarından pek çoğu sahiden de aynıdır: Benzeşmekle kalmaz, tıpatıp *aynıdır.*

Bay Hapgood'un yanı sıra, aynı dönemde yaşamış birçok jeologun da kabullenmeye yanaşmadığı bir fikirdi bu. Hapgood'un kastettiği kuram, ilk kez 1908'de Frank Bursley Taylor adında amatör bir Amerikalı jeolog tarafından ortaya atılmıştı. Taylor varlıklı bir aileden geliyordu ve alışılmadık araştırma konularıyla meşgul olmak için gereken mali koşullara sahip olduğu gibi, akademik kısıtlamalardan da muaftı. Afrika ile Güney Amerika kıyılan arasındaki şekilsel benzerlikten çok etkilenenler arasındaydı ve bu gözlemden yola çıkarak, kıtaların bir zamanlar kayarak yer değiştirdiği fikrini geliştirmişti. Dünyadaki sıradağların, kıtalar arasındaki çarpışmaların etkisiyle sıkışarak oluşmuş olabileceğini, takdire şayan bir öngörüyle ileri sürüyordu. Gelgelelim, kanıt sunmakta aynı derecede başarılı olamadı ve kuramı ciddiye alınamayacak denli saçma bulundu.

Öte yandan Almanya'da, Marburg Üniversitesi meteorologlarından Alfred Wegener adında bir kuramcı, Taylor'ın fikrini alıp, büyük bir maharetle kendine mal etti. Wegener Yerküre tarihi boyunca geçerli olan standart modelle pek bağdaşmayan birçok bitki ve fosil anormalliğini araştırınca, geleneksel biçimde yorumlandığı takdirde bunlardan çok azının mantıklı göründüğünü anladı. Okyanusların farklı yakalarında benzer hayvan fosillerine sık sık rastlanıyordu, halbuki okyanusların yüzülerek aşılamayacağı çok açıktı. Keseli hayvanlar Güney Amerika'dan Avustralya'ya gitmeyi acaba nasıl becermişti? Birbirlerinin tıpatıp aynı salyangozlar nasıl olup da hem İskandinavya'da hem de New England'da ortaya çıkmıştı? Ve hazır sırası gelmişken, Norveç'in 600 küsur kilometre kuzeyindeki Spitsbergen gibi dondurucu derecede soğuk bölgelerde kömür damarları ve diğer yarı-tropik kalıntılar ne arıyordu? Daha sıcak iklimlerden bir şekilde göç etmedilerse, orada olmaları nasıl açıklanabilirdi?

Wegener, dünyadaki kıtaların bir zamanlar tek parça olduğunu varsayan bir kuram geliştirerek, bitki ve hayvanların her yana dağılmasına olanak

tanıyan bu kara kütlesine Pangaea adını verdi. Sonradan kıtalar Pangaea'dan kopup uzaklaşarak şimdiki konumlarına ulaşmışlardı. Wegener bütün bunları *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane* (Kıta ve Okyanusların Kökeni) başlığını taşıyan ve 1912'de Almanca yayımlanan kitabına aktardı. Çok geçmeden patlak veren Birinci Dünya Savaşı'na rağmen, üç sene sonra kitabın İngilizce'si basılacaktı.

Savaş yüzünden, Wegener'ın kuramı başlangıçta fazla ilgi çekmedi, ama 1920'de düzeltilmiş ve genişletilmiş bir baskısı çıktığı zaman çabucak tartışma konusu oldu. Kıtaların hareket ettiği konusunda herkes hemfikirdi, ama bu hareketin yatay değil, dikey doğrultuda olduğu düşünülüyordu. İzostazi (dengelenme) diye bilinen dikey hareket süreci nesiller boyu jeolojik inançlara esas teşkil ettiği halde, bu hareketin nasıl ya da neden oluştuğunu açıklayan sağlam bir kuram yoktu. Benim öğrencilik günlerime dek ders kitaplarında yer bulan fikirlerden biri de, Avusturyalı Eduard Suess'in on dokuzuncu yüzyıl sonlarına doğru ileri sürdüğü "fırından çıkmış elma" kuramıydı. Bu kurama göre, eriyik haldeki Yerküre soğudukça tıpkı fırından çıkmış bir elma gibi buruşmuş, böylece okyanus havzaları ve sıradağlar oluşmuştu. Gerçi bu türden her durağan sürecin Yerküre 'yi eninde sonunda engebesiz bir yuvarlağa dönüştüreceğini, çünkü erozyon sayesinde çıkıntıların düzlenip çukurların dolacağını James Hutton çok evvelden göstermişti ama kimin umurunda? Üstelik, Rutherford ve Soddy tarafından yine yüzyılın erken dönemlerinde dikkate sunulmuş bir sorun daha vardı: Dünyevi elementler muazzam ısı rezervleri içerirdi. Suess'in önerdiği türden bir soğuma ve büzülmeye olanak tanımayacak büyüklükte rezervlerdi bunlar. Hem zaten Suess'in kuramı doğru olsaydı dağlar yeryüzüne eşit biçimde dağılmış olurdu, ki öyle olmadığı gün gibi ortadaydı. Aynca dağların üç aşağı beş yukarı aynı yaşlarda olmaları gerekirdi; oysa Urallarla Apalaşlar gibi bazı dağ sıralarının Alplerle Kayalıklar gibi diğerlerinden yüz milyonlarca yıl yaşlı olduğu 1900'lerin başlarında çoktan anlaşılmıştı. Çağın yeni bir kurama hazır olmadığı besbelliydi. Ne yazık ki, jeologların yeni bir kuram sunarak ihya etmek isteyecekleri kişi Alfred Wegener olmayacaktı.

Her şeyden önce, Wegener'ın radikal görüşleri jeoloji disiplininin temellerini sorguluyordu. Bu tavırla camianın sempatisini kazanması pek mümkün değildi. Böyle bir meydan okuyuş bir jeologdan gelse dahi

yeterince üzücü olurdu, kaldı ki Wegener'ın jeoloji konusunda hiç altyapısı yoktu. O bir meteorologtu, Tanrı aşkına. Bir hava tahmin uzmanıydı, hem de *Alman* bir hava tahmin uzmanı. İflah olmaz kusurlardı bunlar.

Dolayısıyla jeologlar onun kanıtlarını hiçe saymak ve önerilerini küçümsemek uğruna her türlü tavizi göze aldılar. Fosillerin dağılımı sorununu geçiştirmek için, başları her sıkıştığında alakasız kara kütlelerini sözümona eski "kara köprüleri" ile birbirine bağladılar. *Hipparion* soyundan eski bir at türünün aynı zamanda hem Fransa'da hem de Florida'da yaşamış olduğu bulgulanınca, Atlantik'in iki yakası arasına bir kara köprüsü konduruverdiler. Eski tapir soylarının aynı anda hem Güney Amerika'da hem de Güneydoğu Asya'da yaşamış olduğu anlaşılınca, oraya da bir kara köprüsü çekildi. Çok geçmeden tarihöncesi denizlerin haritaları, Kuzey Amerika'dan Avrupa'ya, Brezilya'dan Afrika'ya, Güneydoğu Asya'dan Avustralya'ya, Avustralya'dan Antarktika'ya uzanan varsayımsal kara köprüleriyle dolmuş, kıtalar neredeyse kıta olmaktan çıkmıştı. Bu birleştirici yollar, yalnızca canlı bir organizmayı bir kara kütlesinden ötekine taşımak gerektiği zaman haritalarda ansızın belirivermekle kalmıyordu, bazen de önceki varlıklarından eser bırakmadan usulca silindikleri oluyordu. Bu değişiklikleri destekleyen en ufak bir somut delil bile yoktu elbette. Böylesine yanlış bir şey delillerle asla desteklenemezdi. Gelin görün ki, bu yazboz tahtası gelecek yarım yüzyılın coğrafi gelenek standardı olacaktı.

Kara köprüleri bile bazı şeyleri açıklamaya yetmiyordu. Avrupa'da iyi bilinen bir trilobit türünün Newfoundland'de de yaşamış olduğu bulgulanmıştı: ama Newfoundland'in yalnızca bir tarafında. 3.000 kilometre boyunca uzanan tehlikeli okyanus sularını aşmayı başaran bu yaratığın nasıl olup da 300 kilometre genişliğinde bir adada yolunu bulamayıp kıyıda köşede kaldığını kimse inandırıcılıkla açıklayamıyordu. Avrupa'da ve Amerika'nın Kuzeybatı Pasifik bölgesinde bulunan, ama bu iki bölge arasındaki hiçbir yerde izine rastlanmayan bir diğer trilobit türü, daha da anlaşılmaz bir aykırılık sergiliyordu. Bu durumu açıklamak için bir kara köprüsünden ziyade bir üstgeçide ihtiyaç vardı. Gelgelelim, rakip kuramlara 1964 gibi geç bir tarihte yer veren *Britannica Ansiklopedisi'nde* bile, "çok sayıda ciddi kuramsal zorlukla" dolu olduğu düşünülen kuram Wegener'ınkiydi.

Wegener da haliyle birtakım hatalar yapmıştı. Grönland'ın her yıl yaklaşık 1,6 kilometre batıya kaydığını iddia etmişti, ki bu düpedüz saçmalıktı. (Söz konusu kayma için yaklaşık bir santim demek daha doğru olur.) Her şeyden önemlisi, kara kütlelerinin nasıl hareket ettiği konusuna hiçbir inandırıcı açıklama getiremiyordu. Onun kuramına inanmak için, koca koca kıtalann kaskatı yerkabuğunu bir şekilde iterek ilerlediğini ve bunu toprağı yarıp geçen bir pulluk gibi, arkasında hiç iz bırakmadan yaptığını kabul etmeniz gerekirdi. O zamanlar bilinenler arasında, bu muazzam hareketleri neyin tetiklediğini akla yakın biçimde açıklayabilen hiçbir şey yoktu.

Bu soruya olası bir açıklama öneren kişi, Yerküre'nin yaşını belirlemek için çok çaba sarf eden İngiliz jeolog Arthur Holmes oldu. Holmes, radyoaktif ısınmanın Yerküre içinde konveksiyon (taşınım) akımları üretebileceğini anlayan ilk bilim adamıydı. Teoride, bu akımlar kıtalan yeryüzü etrafında kaydırabilecek kadar güçlü olabilir. Holmes, ilk kez 1944'te yayımlanan *Principles of Physical Geology* (Fiziksel Jeolojinin İlkeleri) adlı popüler ve etkili kitabında, esaslan günümüzde hâlâ geçerli olan “kıtalann kayması” kuramını oluşturdu. Gerçi o zaman için bu fikir yine de radikal bir öneriydi ve bilhassa kayma fikrine karşı başka her yerden daha dirençli olan Amerika Birleşik Devletleri'nde geniş çapta eleştirildi. Amerikalı bir eleştirmen, kinayeli sayılmayacak bir üslupla, Holmes'un öğrencileri hakikaten ikna edebilecek açıklık ve inandırıcılıkta görüşler savunduğundan yakındı.

Öte yandan başka yerlerde yeni kuram temkinli ama kararlı bir destek buluyordu. İngiliz Bilim Geliştirme Derneği'nin 1950'deki yıllık toplantısında yapılan bir oylama, toplantıda hazır bulunanların neredeyse yarısının kıtaların kayması fikrini benimsediğini gösterdi. (Hapgood, oylamadan kısa süre sonra, bu sonucun İngiliz jeologların ne trajik ölçüde yanıltılmış olduklarını kanıtladığını söyledi.) Gariptir ki, bazen Holmes'un bile kendi kuramına olan inancı sarsılıyordu. 1953'te şunu itiraf etti: “Kıtalann kayması konusunda kafamı kurcalayan bir önyargıdan kendimi kurtarmayı hiçbir zaman başaramadım; bu hipotezin fantastik olduğunu tabiri caizse jeolojik iliklerimde hissediyorum.”

Kıtalann kayması Amerika Birleşik Devletleri ’nde hiç destek bulmuyor değildi. Mesela Harvard’dan Reginald Daly tarafından savunulmaktaydı, ama Daly de, hatırlarsanız, Ay’ın kozmik bir çarpışma sonucu oluştuğunu öneren adamdı ve fikirleri genellikle ilginç, hatta değerli bulunmakla birlikte, ciddiye alınamayacak kadar abartılıydı. Dolayısıyla çoğu Amerikalı akademisyen, kıtaların şimdiki konumlarını ezelden beri korumuş olduğu ve yer şekillerinin yatay kaymaların etkisiyle değil, başka sebeplerle oluştuğu inancına bağlı kaldılar.

İlginçtir ki, petrol bulmak isteyenlerin levha tektoniğinin içerdiği türden yüzey hareketlerini kesinlikle dikkate almaları gerektiği, petrol şirketlerinin jeologları tarafından yıllardır bilinmekteydi. Ama petrol jeologları akademik bildiriler yazmazlardı; onlar sadece petrol bulurlardı.

Çözümüne hiçbir kuramcının ulaşamadığı, hatta yaklaşamadığı önemli bir soru daha vardı. Bu soru, onca tortulun nereye kaybolduğuydu. Her sene yeryüzündeki nehirler muazzam miktarlarda aşındırılmış maddeyi, mesela 500 milyon ton kalsiyumu denizlere taşıyordu. Taşınma hızını bu sürecin etkili olduğu yıl sayısıyla çarptığınızda, kaygılandırıcı bir rakam çıkıyordu ortaya: Okyanusların dibinde yaklaşık 20 kilometre kalınlığında bir tortul tabakası birikmiş olmalıydı. Ya da başka bir ifadeyle, okyanus diplerinin şimdiye dek çoktan yüzeye çıkmış olması gerekirdi. Bilim adamları bu paradoksla başa çıkmak için, mümkün olan en kolaycı yola başvurdular: Onu yok saydılar. Ama sonunda, daha fazla yadsıyamayacakları bir noktaya vardılar.

İkinci Dünya Savaşı’nda, Princeton Üniversitesi mineraloglarından Harry Hess, *USS Cape Johnson* adlı bir askeri nakliye gemisinin komutanlığına getirildi. Bu gemide, yankılı iskandil denilen yepyeni bir derinlikölçer vardı. Cihaz, kıyıya yanaşan gemilerin sığ sularda manevra yapmasını kolaylaştırmak amacıyla tasarlanmıştı, ama Hess onun bilimsel amaçlar için de aynı işlerlikle kullanılabileceğini fark etti. Açık denizde yol alırken, hatta savaşın ortasındayken dahi, cihazı hiç kapatmadı. Ve kimsenin beklemediği bir keşifte bulundu. Okyanus tabanları herkesin sandığı gibi eski olsaydı, tıpkı çamurla kaplı bir nehir ya da göl yatağı gibi, kalın bir tortul tabakasıyla örtülü olurdu. Ama Hess’in bulgularına göre okyanus tabanında eski alüvyonlara özgü kaygan bir balçık örtüsünden başka hiçbir

şey yoktu. Her yanı, kanyonlarla, çatlaklarla, yarıklarla delik deşikti ve Hess'in eski Princetonjeologlarından Amold Guyot'un anısına guyotlar diye adlandırdığı volkanik deniz dağlarıyla bezeliydi. Bütün bunlar çok kafa karıştırıcıydı, ama Hess'in katılması gereken bir savaş vardı; o da mecburen düşüncelerini rafa kaldırdı.

Savaştan sonra Princeton'a dönüp kariyerine öncelik verdi, ama deniz dibinin gizemleri düşüncelerinde yer etmeyi sürdürüyordu. Bu arada okyanusbilimciler, 1950'ler boyunca okyanus tabanları üzerinde giderek kompleksleşen tetkikler gerçekleştirdiler. Neticede, daha da büyük bir sürprizi ortaya çıkardılar: Yeryüzündeki en yüksek ve en geniş dağ sırasının büyük bölümü sualtındaydı. Bu sıradağlar, dünyanın tüm deniz yatakları boyunca uzanarak, bir beysbol topu üzerindeki dikişi andıran kesintisiz bir yol izliyordu. İzlanda'dan başlayıp güneye gidecek olsaydınız, bu yolu takip ederek Atlantik Okyanusu'nun ortasına inebilir, Afrika'nın dibinden geçip, Hint ve Güney Okyanusları üzerinden Avustralya'nın hemen altına varabilirdiniz. Yol orada sanki Baja Califomia'yı hedeflercesine Pasifik'e sapar, sonra da Amerika Birleşik Devletleri'nin batı kıyısını tırmanıp Alaska'ya varırdı. Yüksek dorukların bazen bir ada ya da takımada şeklinde su üstüne çıktığı oluyordu: Atlantik'te Asor ya da Kanarya Adaları, Pasifık'te Hawaii gibi. Ama dağların büyük çoğunluğu, bilinmeyen, şüphe uyandırmayan bir şekilde, binlerce kulaç derinlikteki tuzlu suların altına gömülüydü. Tüm kolları birbirine eklendiğinde, bu ağ 75.000 kilometreyi buluyordu.

Bir süre için bunun çok azı bilgi dahilindeydi. On dokuzuncu yüzyılda okyanus tabanına kablo döşeyen insanlar, Atlantik'in ortasında dağa benzer bir engebe bulunduğunu kabloların seriliş biçiminden anlamışlardı, ama bu dağ zincirinin süreklilik arz eden doğası ve toplam boyutu tam anlamıyla afallatıcı bir sürprizdi. Dahası, açıklanamayan fiziksel anormallikler içeriyordu. Atlantik'in ortasındaki sırtlar arasında, en çok 20 kilometre genişliğinde, toplam 19.000 kilometre uzunluğunda bir kanyon (bir çöküntü ya da rift) uzanıyordu. Bu da Yerküre'nin, adeta kabuğunu çatlatıp dışarı fırlayan bir ceviz gibi, ek yerlerinden ikiye ayrılmakta olduğunu akla getirir nitelikteydi. Absürd ve sinir bozucu bir meflıumdu, ama kanıtların varlığı inkâr edilemezdi.

Derken 1960'ta alınan karot ömekleri[25] okyanus tabanının Atlantik'in ortasındaki okyanus sırtları civarında oldukça genç olduğunu, ama doğuya veya batıya doğru ilerlendikçe giderek yaşlandığını gösterdi. Bir durum değerlendirmesi yapan Harry Hess, bunun tek bir manaya gelebileceğini fark etti: Merkezdeki çöküntü hattının her iki tarafında da durmaksızın yeni okyanus kabuğu oluşturuluyordu. Arkadan yeni kabuk geldikçe öndeki kabuk çöküntü hattından itilip uzaklaştırılıyordu. Yani Atlantik tabanı iki büyük taşıma bandı gibi işliyordu aslında: Biri Kuzey Amerika'ya doğru kabuk taşırken, öbürü Avrupa'ya doğru kabuk taşıyordu. Bu süreç "deniz tabanı yayılması" olarak bilinir oldu.

Kabuk, kıta sınırlarında yolculuğunun sonuna geldiği zaman, "dalma-batma" diye bilinen bir süreçle gerisingeriye Yerküre'nin içine dalıyordu. Bu da onca tortulun nereye kaybolduğunu açıklıyordu. Tortullar Yerküre'nin bağırsaklarına iade ediliyordu. Okyanus tabanlarının her yerde neden nispeten genç olduğu da böylelikle izah edilmiş oluyordu. Hiçbir okyanus tabanının yaklaşık 175 milyon yıldan yaşlı olduğu bulgulanmamıştı. Kıtasal kayaçlarınsa çoğunlukla milyarlarca yıllık olduğu dikkate alınırsa, bu durum tam bir muammaydı. Hess sebebi artık görebiliyordu: Okyanus kayaçlarının ömrü ancak kıyıya varmaları için gereken süre kadardı. Çok şeye açıklama getiren enfes bir kuramdı bu. Hess fikirlerini önemli bir bildiride ayrıntısıyla anlattı, ama neredeyse her yerde göz ardı edildi. Neylersiniz, dünya bazen iyi bir fikre hazır olmuyor işte.

Bu arada, birbirinden bağımsız çalışan iki araştırmacı, Yerküre tarihinin onlarca yıl önce keşfedilmiş garip bir gerçeğinden yola çıkarak çarpıcı buluşlar yapmaktaydı. 1906'da, Bernard Brunhes adında Fransız bir fizikçi, gezegenin manyetik alanının zaman zaman yer değiştirdiğini ve bu değişimlere ilişkin kayıtların belli bazı kayaçlara doğum anlarında kalıcı olarak işlendiğini bulgulamıştı. Açıklamak gerekirse, kayaçların içindeki minik demir cevheri taneleri, kayaçların oluşumu sırasında manyetik kutupların bulunduğu yönü işaret eder, sonra da kayaçlar soğuyup katılaştıkça aynı yönü göstermeyi sürdürür. Kayaçlar, oluştukları sırada manyetik kutupların nerede olduğunu bir bakıma "akıllarında tutar." Bu durum yıllarca garip bir fenomen olmaktan öteye gitmedi, ama 1950'lerde Londra Üniversitesi'nden Patrick Blackett ve Newcastle Üniversitesi'nden S. K. Runcorn, Britanya'daki kayaçlar içinde donakalmış eski manyetik

kayıtları incelediler ve onların neye işaret ettiğini anlayınca feleklerini şaşırdılar: Uzak geçmişin bir döneminde Britanya kendi ekseni etrafından dönmüş ve sanki zincirlerinden kurtulmuşçasına kuzeye doğru belli bir mesafe almıştı. Dahası, Avrupa ile Amerika'nın aynı dönem için geçerli olan manyetik kayıt haritalarının, yan yana getirildiklerinde birbirlerine yırtılmış bir kâğıt parçasının iki yarısı gibi tıpatıp uyduğunu da keşfettiler. Bu son derece esrarengiz bir durumdu.

Onların bulguları da görmezden gelindi.

İpuçlarını birbirine bağlamak, sonunda Cambridge Üniversitesi'nden iki kişiye kaldı: Drummond Matthews adında bir jeofizikçi ve onun Fred Vine adındaki mastır öğrencisi. 1963'te, Atlantik Okyanusu'nun tabanı üzerinde yapılmış manyetik incelemeleri kullanarak, deniz tabanlarının tam da Hess tarafından önerildiği gibi yayılmakta olduğunu ve kıtaların da hareket ettiğini ispatladılar ve böylece bu meseleye son noktayı koydular. Lawrence Morley adında şanssız bir Kanadalı jeolog da aynı dönemde aynı sonuca vardı, ama kimseye bildirisini yayınlattıramadı. *Journal of Geophysical Research* 'ün editörü, onu dillere destan olacak şu sözlerle terslemişti: "Bu türden spekülasyonlar kokteyl partileri için ilginç bir muhabbet konusudur, ama ciddi bir bilimsel derginin himayesi altında yayınlanacak türden şeyler değildir." Bir jeolog Morley'nin bildirisini sonradan şöyle nitelendirecekti: "yerbilimlerinin yayımı reddedilen belki de en önemli bildirisi."

Yerkabuğunun hareket halinde olduğu fikri er geç benimsendi en azından.

Alanın en önemli şahsiyetlerinden birçoğunu buluşturan bir sempozyum Royal Society sayesinde 1964'te Londra'da gerçekleştirildiğinde, sanki herkes ansızın taraf değiştirdi. Toplantıya katılanlar, yeryüzünün birbiriyle bağlantılı parçalardan kurulu bir mozaik oluşturduğu ve bu parçalar arasındaki şiddetli sürtünme ve sıkışmaların gezegenin çoğu yüzey davranışından sorumlu olduğu konusunda fikir birliğine vardılar.

Yalnızca kıtaların değil, yerkabuğunun tamamının hareket halinde olduğu anlaşılınca "kıtaların kayması" terimi tez elden çöpe atıldı, ama mozaiği oluşturan farklı parçaları ifade edecek bir isimde karar kılmak da zaman aldı. Başlangıçta onları "kabuk blokları" ya da bazen "döşeme

taşları” gibi isimlerle andılar. Ancak 1968 sonlarında, üç Amerikalı sismologun *Journal of Geophysical Research* ’te yayımlanan bir makalesinden sonra, o gün bugündür kullanılagelen adı aldılar: levhalar. Aynı makale bu yeni bilime *levha tektoniği* adını verdi.

Kök salmış fikirler zor ölür, nitekim bu heyecan verici kuramı benimsemeye de herkes can atmıyordu. Ta l 970’lere kadar, en popüler ve etkili jeoloji kitaplarından biri olan ve zatı muhterem Harold Jeffreys tarafından yazılan *The Earth* (Yer), tıpkı 1924’teki ilk baskısında olduğu gibi, levha tektoniğinin fiziksel imkânsızlığı konusundaki ısrarını hararetle sürdürmekteydi. Konveksiyon (taşınım) ve deniz tabanı yayılmasını da aynı şekilde yadsımaktaydı. Keza, John McPhee de 1980’de yayımlanan *Basin and Range* (Havzalar ve Dağlar) adlı yapıtında, SO’li yıllarda dahi sekiz Amerikalıjeologdan birinin levha tektoniğine inanmadığına dikkat çekmişti.

Bugün yeryüzünün sekiz ila on iki büyük levha ile yirmi kadar küçük levhadan oluştuğunu (büyük ve küçük sıfatlarını nasıl tanımladığınıza bağlı olarak değişen bir tespittir bu) ve hepsinin farklı yönlerde ve farklı hızlarda hareket ettiğini biliyoruz. Bazı levhalar büyük ve nispeten tembelken, bazıları küçük ama enerjiktir. Üzerlerinde taşıdıkları kara kütleleriyle ilişkileri ancak tesadüfi ölçülerdedir. Örneğin Kuzey Amerika levhası kendisiyle bağdaştırılan kıtadan çok daha büyüktür. Levha sınırları, kıtanın batı kıyısını kabaca izler (o bölgenin sismik açıdan çok aktif olmasının sebebi de budur: levha sınırındaki sürtünme ve sıkışmalar), ama doğu kıyısını görmezden gelerek Atlantik’in yarısına kadar ilerleyip okyanus ortasındaki sırtlara uzanır. İzlanda, tam ortasından ikiye ayrılmıştır ve bu da onu tektonik açıdan yarı-Amerikalı yarı-Avrupalı kılar. Bu arada Yeni Zelanda, Hint Okyanusu’na hiç yakın olmadığı halde, engin Hint Okyanusu’nun parçasıdır. Benzeri durumlar çoğu levha için söz konusudur.

Modem kara kütleleri ile geçmişteki kara kütleleri arasındaki bağlantıların hiç kimsenin hayal bile etmediği kadar karmaşık olduğu anlaşılıyordu. Kazakistan bir zamanlar Norveç’e ve New England’a bağlıydı. Staten Island’ın bir köşesi, ama sadece belli bir köşesi, Avrupalıdır. Newfoundland’in bir kısmı da öyle. Massachusetts sahilinden rasgele seçeceğiniz bir çakıl taşının en yakın akrabası şimdi Afrika’da olacaktır. iskoçya’daki Highlands bölgesi ve İskandinavya’nın çoğu kısmı

büyük ölçüde Amerikalıdır. Antarktika'daki Shackleton Sıradağları'nın bir zamanlar Amerika Birleşik Devletleri'nin doğusundaki Apalaşlara ait olabileceği düşünülüyor. Özetle, kayaçlar yer değiştirir.

Sürekli bir çalkantı, levhaları birbirine geçip tek bir hareketsiz levhaya dönüşmekten alıkoyar. işleyişin hemen hemen şimdiki gibi devam edeceğini varsayarsak, Atlantik sonunda Pasifik'ten çok daha büyük bir okyanus haline gelene dek genişleyecek. Califomia'nın büyük kısmı kopup yüzerek uzaklaşacak ve Pasifik'te Madagaskar'a benzer bir adaya dönüşecek. Afrika kuzeye doğru itilip Avrupa'ya sokularak Akdeniz'i haritadan silecek ve sıkışma sonucunda Paris'ten Kalküta'ya dek uzanan, Himalayalar kadar görkemli bir dağ sırası oluşacak. Avustralya, kuzeyindeki adalara el koyacak ve kıstağa26 benzer bir kara parçasıyla Asya'ya bağlanacak. Bunlar gelecekte ortaya çıkacak sonuçlar, ama gelecekte meydana gelecek olaylar değil. Olaylar zaten şu anda olagelmekte. Biz burada oturadururken, kıtalar havuza düşen yapraklar gibi sürükleniyor. Küresel Konumlandırma Sistemleri[8] sayesinde Avrupa'yla Kuzey Amerika'nın neredeyse bir tırnağın büyüme hızıyla (insan tırnağı ömür boyu aşağı yukarı iki metre büyür) birbirinden ayrılmakta olduğunu görebiliyoruz. Yeterince uzun yaşasaydınız, Los Angeles'la birlikte San Francisco'ya doğru kayabilirdiniz. Bizi bu değişimlerin farkına varmaktan alıkoyan tek şey ömürlerimizin kısalığıdır. Dünya haritasına ya da bir yerküreye baktığınızda görmekte olduğunuz şey, aslında kıtaların şipşak çekilmiş bir fotoğrafından ibarettir ve bu fotoğrafın temsil ettiği görüntü Yerküre tarihinin yüzde birinin ancak onda biri için geçerlidir.

Yerküremiz kayaç yapılı gezegenler arasında tektonik etkinliğe sahip olması bakımından tektir ve bunun neden böyle olduğu hâlâ açıklanamamıştır. Tektonik etkinlik yalnızca gezegenin büyüklüğüne ya da yoğunluğuna bağlı değildir. Venüs bu açılardan Yerküre'nin neredeyse ikizidir, ama herhangi bir tektonik etkinliği yoktur. Tektoniğin, gezegenin organik sağlığının önemli bir parçası olduğu düşünülmektedir, ama bu da bir düşünce olmaktan ileri gitmez. Fizikçi ve yazar James Trefil'in ifadesiyle, "Tektonik levhaların sürekli hareketinin yeryüzünde yaşamın gelişimi üzerinde hiçbir etkisi olmadığına inanmak zordur." Trefıl, tektoniğin varlığından kaynaklanan zorlayıcı koşulların, mesela iklim değişimlerinin, zekânın gelişimini önemli ölçüde hızlandırmış olduğunu

ileri sürer. Kıtalardaki kaymanın, yeryüzünde yaşanan muhtelif nesil tükenişlerinden bazılarına yol açmış olabileceğini düşünenler de var. Kasım 2002'de Ingiltere'de, Cambridge Üniversitesi'nden Tony Dickson *Science* dergisinde yayımlanan bir rapor hazırladı. Raporunda, kayaçların tarihi ile yaşamın tarihi arasında pekâlâ bir ilişki olabileceğini ısrarla öne sürüyordu. Dickson'ın saptadığı şey, dünya okyanuslarının kimyasal bileşiminin son yarım milyar yıldır ani ve etkili değişimler geçirmiş olduğuydu. Ve bu değişimler de, biyoloji tarihinin önemli olaylarıyla genellikle ilişkiliydi: Ingiltere'nin güney kıyısındaki tebeşirli beyaz yalıyarları yaratmış olan minik organizmaların ansızın patlak verişi, Kambriyen dönem sırasında deniz organizmaları arasında ansızın ortaya çıkan kabuklanma modası gibi. Okyanus kimyasının zaman zaman böylesine çarpıcı değişimlere uğramasına neyin sebep olduğunu kimse bilemez, ama okyanus sırtlarındaki açılıp kapanmaların olası bir sebep olduğu apaçık ortadadır.

Her halükarda, levha tektoniği yalnızca yeryüzü dinamiklerine, örneğin eski *Hipparion* soyundan bir atın Fransa'dan Florida'ya nasıl gittiğine değil, yeraltı faaliyetlerinden pek çoğuna da açıklama getirdi: depremlere, ada zincirlerinin oluşumuna, karbon çevrimine, dağların biçimlenişine, buzul çağlarının gelişine, hatta yaşamın kökenine. Bu fevkalade yeni kuramın doğrudan etkilemediği bir şey yok gibiydi. Jeologlar, McPhee'nin de belirttiği gibi, kendilerini "bütün dünyanın aniden anlam kazandığı" baş döndürücü bir konumda buldular.

Ama ancak bir noktaya kadar. Kıtaların eski zamanlardaki dağılımı, jeofizikten anlamayanların sandığından çok daha istikrarsızdır. Ders kitapları Lavrasya, Gondvana, Rodinya ve Pangaea gibi eski kara kütlelerinin kesin hatlara sahipmiş gibi görünen resimlerine yer vermekle birlikte, bu çizimlerden bazıları hiç birbirini tutmayan yargılara dayanır. George Gaylord Simpson'ın *Fossils and the History of Life* (Fosiller ve Yaşamın Tarihi) adlı yapıtında gözlemlediği gibi, eskilerin dünyasında yaşamış bitki ve hayvan türlerinin, olmamaları gereken yerlerde münasebetsizce ortaya çıkmak ve olmaları gereken yerlerde her ne hikmetse hiç iz bırakmamak gibi bir huyları vardır.

Bir zamanlar Avustralya, Afrika, Antarktika ve Güney Amerika'yı kapsadığı düşünülen büyük kıta Gondvana'nın krokisi, *Glossopteris* adı

verilen ve bulunması gereken her yerde bulunan eski bir eğreltiotu cinsinin yeryüzündeki dağılımı temel alınarak hazırlanmıştı. Gelgelelim, çok daha sonraları, *Glossopteris* dünyanın Gondvana'yla herhangi bir bağlantısı olduğu bilinmeyen bölgelerinde de keşfedildi. Bu kafa karıştırıcı çelişki çoğunlukla göz ardı edildi ve hâlâ ediliyor. Keza, *Lystrosaurus* denen bir Trias dönem sürüngeni de Antarktika ve Asya gibi birbirine çok uzak iki kıtada bulunarak, eskiden bu kıtalar arasında bir bağlantı olduğu fikrine destek verdi, ama aynı dönemde aynı kıtanın parçası olduğuna inanılan Güney Amerika’da ya da Avustralya’da hiç ortaya çıkmadı.

Tektoniğin açıklayamadığı birçok yer şekli de var. Denver mesela. Orası herkesin bildiği gibi 1,6 kilometre yüksekliktedir, ama bu yükselme nispeten yeni bir gelişmedir. Yerküre dinozorların kükremeleriyle sarsılırken, Denver bir okyanus dibinin parçasıydı. Bununla birlikte, Denver’ın zeminindeki kayaçlar çatlamış ya da deforme olmuş değildir. Oysa Denver çarpışan levhalar tarafından itilip yükseltilmiş olsaydı bu kayaçların zarar görmüş olması gerekirdi. Hem zaten Denver’ın levha kenarlarına olan uzaklığı, levha hareketlerinden etkilenmemesini sağlayacak kadar fazlaydı. Denver’ın levha hareketlerinden etkilendiğini düşünmek, bir halıyı kenarından iterek öbür kenarını bombelendirmeyi ummakla birdir. Görünüşe bakılırsa Denver milyonlarca yıldır esrarengiz biçimde yükseliyor: fırında kabaran bir ekmek gibi. Güney Afrika’nın büyük bölümü için de aynı şey geçerli. Bilinen hiçbir tektonik sebep bulunmadığı halde, bu bölgenin 1.600 kilometre uzunluğunda bir kısmı 100 milyon yılda yaklaşık bir buçuk kilometre yükseldi. Öte yandan Avustralya da yan yatarak batıyor. Son 100 milyon yıldır kuzeyindeki Asya kıtasına doğru kayarken, başı çeken kuzey ucu yaklaşık 200 metre battı. Görünüşe bakılırsa Endonezya da yavaş yavaş boğuluyor ve Avustralya’yı da beraberinde dibe sürüklüyor. Tektonik kuramında bunlardan herhangi birini açıklayabilen hiçbir şey yok.

Alfred Wegener fikirlerinin doğru çıktığını görecek kadar yaşayamadı. 1930’da bir Grönland seferindeyken, ellinci yaş gününde, uçaktan atılmasını beklediği erzak paketini aramak için yalnız başına yola çıktı. Bir daha geri dönmedi. Birkaç gün sonra buz kesmiş ölüsünü buldular. Bulunduğu yere gömüldü ve hâlâ orada yatıyor, ama Kuzey Amerika’ya öldüğü gün olduğundan yaklaşık bir metre daha yakın artık.

Yanlış ata oynadığını görmeye Einstein'ın da ömrü vefa etmedi. Hatta, 1955'te New Jersey'nin Princeton bölgesinde öldüğü zaman, Charles Hapgood'un kıtaların kayması kuramlarını yerin dibine sokan kitabı henüz yayımlanmamıştı bile.

Tektonik kuramını doğuran sürecin öteki başrol oyuncusu olan Harry Hess de o sıralar Princeton'daydı ve kariyerinin geri kalan kısmını orada sürdürecekti. Öğrencilerinden biri, Walter Alvarez adında parlak bir gençti ve sonunda bilim dünyasına çok farklı bir yön verecekti.

Jeoloji alanındaki ani ve sarsıcı değişimler daha yeni başlamıştı; bu değişim sürecinin başlamasını kolaylaştıran kişi ise genç Alvarez olacaktı.

1

Bir yan-ömür içinde hangi yüzde 50'nin öleceğine ve hangi yüzde 50'nin yaşayacağına atomların nasıl karar verdiklerini merak ediyorsanız, bu sorunuzun cevabı, yan-ömrün aslında sadece istatistiksel bir kolaylıktan, yani temel maddeler için geçerli olan istatistiksel bir veri tablosundan ibaret olduğudur. Yan-ömrü 30 saniye olan bir madde örneğiniz olduğunu farz edin. Örneğinizdeki her atom, tam tamına 30 ya da 60 ya da 90 saniye için, ya da kendisine takdir edilen başka bir düzenli süre için var olacak değildir. Hatta her atom, 30'un katlarıyla hiç alakası olmayan, tamamen rasgele uzunlukta ömürler sürecektir. İki saniye sonra ölmesi de, daha yıllarca, onyıllarca ya da yüzyıllarca hayatta kalması da mümkündür. Bunu kimse bilemez. Tek bilebileceğimiz, örneğin tamamı için geçerli olan yok olma hızının, her 30 saniyede bir, atomların yarısını yok edecek biçimde olacağıdır. Bu, başka bir deyişle, ortalama bir hızdır ve onu her büyük örneğe uygulayabilirsiniz. Mesela, bir hesaba göre, on sentlik madeni paraların yaklaşık 30 senelik bir yan-ömürleri vardır.

2

National Geographic Society.

3

Bu maliyetli girişimin pratik bazı yan etkileri de var. World Wide Web (WWW) CERN'in meyvelerinden biridir. 1989'da CERN'in bilim adamlanndan Tim Berners-Lee tarafından icat edilmiştir.

4

Superconducting Supercollider.

5

“50 değerinde bir sabit” ya da “100 değerinde bir sabit” dendiğinde tam olarak neyin kastedildiğini haklı olarak merak ediyorsunuz. Cevap astronomik ölçü birimlerinde yatar. Astronomlar ışık yılı ifadesine yalnızca konuşma dilinde başvururlar. Onun yerine, *parsek* denilen bir uzaklık birimi kullanırlar. [Parsek, *paralaks* (ıraklık açısı) ve *second* (saniye) sözcüklerinin kısaltılıp birleştirilmiş halidir.] Bu birim, paralaks (bir yıldızın ıraklık açısı) diye adlandırılan ve 3,26 ışık yılına eşdeğer olan evrensel bir ölçüyü temel alır. Evrenin büyüklüğü gibi çok büyük ölçümler, megaparsek (=bir milyon parsek) cinsinden belirtilir. Sabit, “megaparsek başına saniyede ... kilometre” şeklinde ifade edilir. Yani astronomlar 50 değerinde bir Hubble değerinden söz ettiklerinde, “megaparsek başına saniyede 50 kilometre” demek istiyorlar. Çoğumuz için bu ölçümün elbette hiçbir manası yok, ama zaten astronomik ölçümlerde sözü geçen muazzam mesafelerin çoğu bize göre tek kelimeyle anlamsız.

6

Weakly Interacting Massive Particles.

7

Massive Compact Halo Objects.

8

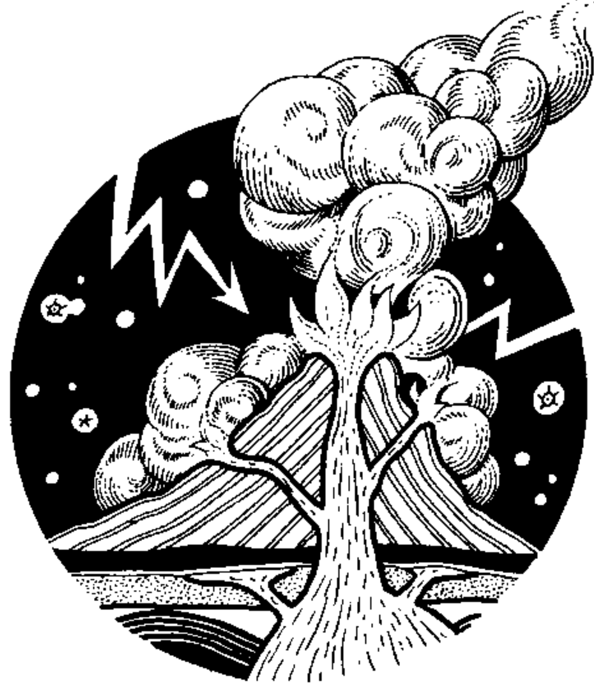
Global Positioning Systems (GPS).

25

karot örnekleri: yeraltından özel bir burguyla çıkarılan silindir veya havuç şeklindeki örnek. (ç.n.)

IV

TEHLİKELİ GEZEGEN



Yerküre’nin herhangi bir bölgesinin tarihi, bir askerin hayatı gibi, uzun sıkıntı dönemlerinden ve kısa dehşet dönemlerinden oluşur.

İngiliz jeolog Derek V. Ager

13

BUM!

Iowa'daki Manson kasabasının altında bir tuhaflık olduğu uzun zamandır biliniyordu. 1912'de kasabaya su temin etmek için kuyu açan bir adam, deformasyona uğramış bir sürü acayip taş çıkardığını bildirmişti. Daha sonra resmi bir raporda "eriyik matrisli kristalin klastik breş" ve "püskürtü kırıntıları" diye tanımlanmış kayaçlardı bunlar. Kuyudan çıkan su da bir tuhaftı. Neredeyse yağmur suyu kadar yumuşaktı. Doğal oluşumlu yumuşak suya Iowa'da daha evvel hiç rastlanmamıştı.

Manson'ın acayip kayaçları ve yumuşacık suları büyük merak uyandırdığı halde, Iowa Üniversitesi o zamanlar da şimdiki gibi eyaletin kuzeybatısında yaklaşık iki bin nüfuslu bir kasaba olan bu yerleşim merkezine bir ekip göndermeye ancak kırk bir sene sonra fırsat bulabildi. 1953'te, bir dizi deneysel sondaj kuyusu açıp kapattıktan sonra, üniversite jeologları yörenin hakikaten anormal olduğuna hak verdiler ve deformasyona uğramış kayaçları da tespit edilmemiş eski bir volkanik harekete bağladılar. Vardıkları sonuç o zaman için makuldü, amajeolojik bir yargı olarak olabildiğine yanlıştı.

Manson'ınjeolojisini kökünden sarsan darbe Yerküre'nin içinden değil, en az 160 milyon kilometre öteden gelmişti. Geçmişin çok eski dönemlerinde, Manson sığ bir denizin kıyısındayken, yaklaşık 2,4 kilometre çapında, 10 milyar ton ağırlığında ve ses hızının belki 200 misli hızla hareket eden bir taş atmosferi yarmış ve hayal bile edemeyeceğimiz bir şiddet ve anilikle Yerküre'ye saplanmıştı. Manson'ın şu anda bulunduğu yer, 4,8 kilometre derinliğinde ve en az 32 kilometre çapında bir çukura dönüşmüştü. Iowa'nın başka yerlerinde suya sert ve mineralli bir nitelik veren kireçtaşı gitmiş, yerine 1912'de kasabaya su kuyusu kazan adamı şaşkına çeviren, olağandışı zemin kayaçları gelmişti.

Manson çarpışması, Birleşik Devletler anakarasında meydana gelmiş en büyük olaydı. Tüm zamanların tartışmasız en büyüğüydü. Arkasında bıraktığı krater öyle dehşetengiz bir şeydi ki, kenarında durduğunuz

takdirde öteki ucunu berrak havada anca görebilirdiniz. Büyük Kanyon onun yanında küçücük ve sönük kalırdı. Gelgelelim, manzara düşkünü sevgilileri kahretmek istercesine, 2,5 milyon yıl boyunca üstünden geçen buz katmanları Manson kraterini zengin buzul sürüntüleriyle[27] doldurdu, sonra da bir güzel düzledi. Böylece bugün Manson'ın kilometreler boyunca uzanan manzarası, tepsi gibi dümdüz oldu. Manson kraterinden kimsenin haberdar olmamasının sebebi de elbette budur.

Manson'daki kütüphanenin elemanları, size gazetelerde çıkmış yazıları ve 1991-92 sondaj programından kalma karot örnekleriyle dolu bir kutuyu göstermekten mutluluk duyarlar, hatta deli divane olurlar, ama önce onları görmek istemeniz gerekir. Çarpışmanın daimi olarak sergilenen hiçbir kalıntısı yoktur ve kasabanın hiçbir yerinde tarihi bir yazıt bulunmaz.

Manson'lıların çoğu için, başlarına gelen en büyük olay 1979'da Main Street'te döne döne ilerleyerek kasabanın işyeri merkezini kasıp kavuran korkunç bir hortumdur. Etrafta alabildiğine uzanan o dümdüz arazinin avantajlarından biri de, tehlikenin çok uzaktan görülebilir olmasıdır. Nitekim o tarihte de, kasabalıların neredeyse tamamı Main Street'in bir ucunda toplandılar ve yarım saat süresince, hortumun yön değiştireceğini umarak, kendilerine doğru yaklaşmasını seyrettiler. Yön değiştirmeye hiç niyeti olmadığını görünce de önünden derhal kaçtılar. Ne yazık ki aralarından dördü yeterince hızlı davranamayıp hayatlarını kaybetti. Artık her haziran, Krater Günleri diye adlandırılan bir hafta düzenleniyor Manson'da. Amaç insanların o üzücü yıldönümünü unutmalarına yardımcı olmak. Krater Günleri'nin kraterle uzaktan yakından alakası yok yani. Gözle görülemeyen bir göktaşı çukurunu sermayeye çevirmenin yolunu kimse bulabilmiş değil henüz.

"Kırk yılda bir, bize gelip krateri görmek için nereye gitmeleri gerektiğini soranlar olur ve biz de görülecek bir şey olmadığını söylemek zorunda kalırız," diyor kasabanın cana yakın kütüphanecisi Anna Schlapkohl. "Bu cevap onları biraz hayal kırıklığına uğratır." Yine de Iowa'lılar dahil çoğu insan Manson kraterinden bahsedildiğini hiç duymamıştır. Krater, jeologlar için bile bir dipnottan öteye gitmez. Ama 1980'lerde, kısacık bir dönem için, Manson yeryüzünün jeolojik açıdan en heyecan verici yeri haline geldi.

Hikâye, 1950'lerin başlarında, Eugene Shoemaker adında genç ve parlak bir jeologun Arizona'daki Meteor Krateri'ni ziyaret etmesiyle başlar. Günümüzde Meteor Krateri yeryüzünün en ünlü göktaşı çukuru ve popüler bir turistik merkezdir. Ama o günlerde çok ziyaretçisi olmuyordu ve hâlâ Barringer Krateri diye anılıyordu. Adını, 1903'te kendisine sahip çıkan zengin bir maden mühendisinden, Daniel M. Barringer'dan almıştı. Kraterin on milyon ton ağırlığında, bolca demir ve nikel yüklü bir meteor yüzünden açıldığına inanan Barringer, krateri kazıp meteoru çıkardığı takdirde büyük servete konacağına emindi. Meteorun ve içindeki her şeyin çarpma anında buharlaşıp gitmiş olduğunu bilmediğinden, hiçbir işe yaramayan tüneller kazarak bütün servetini ve yirmi altı senesini boşa harcamış oldu.

Günümüz standartlarına göre, 1900'lerin başlarında yapılan krater araştırmalarının hiç değilse *biraz* acemice olduğu söylenebilir. Columbia Üniversitesi'nden G. K. Gilbert bu ilk araştırmacıların başta gelenidir. Gilbert, yulaf ezmesine bilyeler fırlatmak suretiyle, Yerküre'ye çarpan göktaşlarının etki modellerini yarattı. (Öğrenemediğim sebeplerden ötürü, Gilbert bu deneyleri Columbia'da bir laboratuvarda değil, bir otel odasında yaptı.) Gilbert bundan yola çıkarak her nasılsa şu sonuca vardı: Ay'daki kraterler sahiden de meteor çarpmaları sonucu oluşmuştu, ama Yerküre'dekiler için aynı şey geçerli değildi. O zaman için hayli radikal bir görüştü bu. Çoğu bilim adamı bu kadar ileri gitmeyi bile reddederdi. Onlara göre, Ay'daki kraterler eski volkanların varlığından başka hiçbir şeyin kanıtı değildi. Yerküre'de geriye kalan belirgin birkaç kratere ise (çoğu erozyon etkisiyle silinmişti çünkü) genellikle başka sebepler yakıştırılıyor ya da az rastlanan tesadüfi oluşumlar gözüyle bakılıyordu.

Shoemaker bu konuya el atana dek, yaygın görüş Meteor Krateri'nin yeraltında meydana gelen bir buhar patlaması sonucu oluştuğu yönündeydi. Shoemaker yeraltındaki buhar patlamaları hakkında hiçbir şey bilmiyordu. Bilemezdi de zaten, öyle bir şey yoktu çünkü. Ama bomba patlamalarına dair her şeyden haberdardı. Üniversiteden mezun olduktan sonra üstlendiği ilk işlerden biri, Nevada' daki nükleer deneme bölgesi Yucca Düzlükleri'nde patlama çemberlerini incelemek olmuştu. Kendisinden evvel Barringer'ın da saptadığı gibi, Meteor Krateri 'nde volkanik etkinliği akla getiren hiçbir şeyin bulunmadığı sonucuna vardı, ama uzaydan inmiş

bir darbeyi düşündüren başka maddeler, özellikle de anormal biçimli silisler ve manyetitler bol miktarda mevcuttu. İyice meraklanıp, boş zamanlarında bu konuyu incelemeye başladı.

Shoemaker, önce meslektaşı Eleanor Helin'le, sonra da eşi Carolyn ve ortağı David Levy'yle birlikte çalışarak, iç güneş sistemine yönelik sistematik bir araştırma başlattı. Her ayın bir haftasını Califomia'daki Palomar Gözlemevi'nde geçirerek, Yerküre'nin yörüngesine sürüklenen cisimler arıyorlardı. Özellikle de asteroitlerin peşindeydiler.

Shoemaker, "Bu işe başladığımız sıralar, astronomik gözlem tarihi boyunca yalnızca bir düzine kadar asteroit keşfedilmişti," diye anımsadı, seneler sonra bir televizyon röportajında. "Yirminci yüzyılda astronomlar güneş sistemini kaderine terk ettiler," diye ekledi. "Dikkatlerini yıldızlara, galaksilere yöneltmişlerdi."

Shoemaker'la meslektaşlarının vardıkları sonuç şu oldu: Uzayda zannedildiğinden çok daha fazla risk vardı.

Asteroitler, çoğu kişinin bildiği gibi, Mars ile Jüpiter'in yörüngeleri arasında kalan kuşakta dağınık bir oluşum halinde dolanan kayaç yapılı gökcisimleridir. illüstrasyonlarda her zaman karmakarışık bir yığın gibi gösterilirler, ama aslında güneş sistemi oldukça ferah bir yerdir ve ortalama asteroitin en yakın komşusuyla arasında yaklaşık bir buçuk milyon kilometre mesafe vardır. Uzayda döne devrile dolaşan kaç asteroit bulunduğunu takriben bile söylemek olanaksız, ama bu sayının büyük ihtimalle bir milyardan az olmadığı düşünülüyor. Asteroitlerin, gezegen olmayı asla başaramamış gezegenler oldukları farz edilir. Jüpiter'in kütleçekiminden kaynaklanan kararsızlık hali, onları küre haline gelip gezegene dönüşmekten alıkoymuştur ve hâlâ alıkoymaktadır.

Asteroitler 1800'lerde ilk belirlendiğinde (ilk asteroit yüzyılın ilk gününde Giuseppi Piazzi adında bir Sicilyalı tarafından keşfedildi) gezegen oldukları sanılmış ve keşfedilen ilk iki asteroite Ceres ve Pallas adları verilmişti. Gezegen olamayacak kadar küçük olduklarının anlaşılması için, astronom William Herschel'in tahmini birtakım sonuçlara varması gerekti. Herschel onlara asteroit adını vererek biraz talihsiz bir seçim yapmış oldu, çünkü asteroit Latince'de "yıldıza benzer" anlamına geliyordu. Oysa

asteroitler yıldızlara hiç benzemez. Günümüzde daha doğru bir terimle, planetoitler (küçük gezegenler) olarak anıldıkları da olur.

Asteroit bulmak 1800'lerin popüler bir uğraşı haline geldi ve yüzyıl sonuna kadar saptanan asteroit sayısı bine yaklaştı. Sorun, kimsenin onları sistemli olarak kaydetmiyor oluşuydu. 1900'lerin başlarında, aniden görüntüye giriveren bir asteroitin yeni bir asteroit mi, yoksa daha önce fark edilip sonradan izi kaybedilmiş bir asteroit mi olduğunu bilmek olanaksızdı. Yine o sıralar, astrofizik o kadar ilerlemişti ki, kayaç yapılı planetoitler gibi sıradan şeylere hayatını adamak isteyen astronom sayısı çok azdı. Kuiper kuyrukluyıldız kuşağına adını veren Hollanda doğumlu astronom Gerard Kuiper başta olmak üzere tek tük astronom güneş sistemiyle az da olsa ilgilendi. Önce Kuiper tarafından Texas'taki McDonald Gözlemevi'nde, sonra da başkaları tarafından Cincinnati'deki Küçük Gezegen Merkezi'nde gerçekleştirilen çalışmalar ve Arizona'daki Spacewatch projesi sayesinde, uzun bir kayıp asteroitler listesi zamanla giderek kısaltıldı. Böylece, yirminci yüzyıl sonuna gelindiğinde bilinen asteroitlerden yalnızca bir tanesinin açıklaması yapılamamıştı: 719 Albert diye adlandırılan bir gökcismiydi bu. Son kez Ekim 1911 'de görülen 719 Albert'ın seksen dokuz senedir kayıp kalan izi nihayet 2000 yılında yakalandı.

Yani asteroit araştırmaları açısından bakıldığında yirminci yüzyıl yalnızca uzun bir kayıt tutma sürecinden ibaretti. Astronomlar asteroit topluluğunun geri kalan kısmını saymaya ve takip etmeye aslında ancak son birkaç yıldır başladılar. Temmuz 2001 itibariyle 26.000 asteroit adlandırılmış ve tanımlanmıştır, ki bunlardan yansı son iki sene içinde bulundu. Henüz tanımlanmamış asteroit sayısının bir milyarı bulduğu düşünülürse, asteroit sayımının daha yeni başlamış olduğu açıkça ortaya çıkar.

Bir bakıma, fark eden bir şey yoktur aslında. Bir asteroitin tanımlanmış olması onu tehlikesiz kılmaz. Güneş sistemindeki her asteroitin bir adı ve bilinen bir yörüngesi olsa bile, hangi astronomik tedirginliğin onlardan birini bize doğru savurabileceğini kimse söyleyemez. Yeryüzüne düşecek kayaları önceden tahmin edemeyiz. Uzayda başıboş dolaşan taşların sağı solu hiç belli olmaz. Bizim uygun gördüğümüz bir ad taşıyan ya da taşımayan her asteroit aynı derecede tehlikelidir.

Yerküre'nin yörüngesini bir nevi otoyol olarak düşünün ve diyelim ki biz de bu otoyolda ilerleyen tek taşıtız. Kaldırımdan aşağı inmeden evvel sağına soluna bakmayı âdet edinmemiş yayaların zaman zaman ansızın yola fırladıkları oluyor. Biz bu yayaların en az yüzde 90'ını hemen hiç tanımıyoruz. Nerede yaşadıklarından habersiziz, hiçbirinin huyunu suyunu bilmiyoruz, önümüze hangi sıklıkla çıktıkları hakkında da bilgi sahibi değiliz. Tek bildiğimiz, bazen, belirsiz aralıklarla, bizim saatte yüz küsur bin kilometre hızla ilerlemekte olduğumuz yola yuvarlanıverdikleri. Jetli itme Laboratuvan'ndan Steven Ostro'nun ifadesiyle, "Yerküre'nin yörüngesinden geçen ve çapı yaklaşık on metreyi aşan tüm asteroitleri bir düğmeye basmak suretiyle aydınlatabildiğinizi farz edin. Gökyüzünde bu tanıma uyan yüz milyondan fazla gökcismi belirirdi." Kısacası, yalnızca uzaklarda ışıldayan birkaç bin yıldızı değil, daha yakınımızda gelişigüzel hareket eden kim bilir kaç milyon tane gökcismini görürdünüz. "Tüm bu cisimlerin Yerküre'yle çarpışmaları olasılık dahilindedir ve hepsi de gökyüzünde farklı hızlarla azıcık farklı rotalarda hareket eder. Onlan görebilseydik çok tedirgin olurduk." Eh, siz yine de tedirgin olun, çünkü onlar oradalar. Sadece göremiyoruz, hepsi bu.

Toplamda, medeniyetin varlığını tehdit edebilecek büyüklükte iki bin kadar asteroitin yörüngemizden düzenli olarak geçtiği düşünülüyor, ama bu da aslında sadece Ay'daki kraterlerin oluşum hızlarından yola çıkılarak varılmış bir tahminden ibaret. Gerçi gayet küçük, mesela ev büyüklüğünde bir asteroit bile bir kenti yok edebilir. Yerküre'nin yörüngesinden geçen bu ufaklıkların yüz binlerce, hatta belki milyonlarca olduğuna kesin gözüyle bakılabilir ve takip edilmeleri neredeyse imkânsızdır.

Bunlardan ilki 1991'e dek tespit edilemedi, ki onu da ancak geçip gittikten sonra fark ettik. 1991 BA adı verilen bu asteroit, 170.000 kilometre uzağımızdan (kozmik standartlara göre, kola değmeden gömlek manşetini delip geçen bir kurşun kadar az farkla) geçip gittiği sırada görüldü. İki sene sonra da bir diğeri, bu sefer biraz daha büyükçe bir asteroit, bizi yalnızca 145.000 kilometrelik bir farkla ıskaladı: Şimdiye dek kaydedilmiş en yakın geçiştir bu. O da geçip gidene dek görülmedi ve bize çarpacak olsaydı hazırlıksız yakalanacaktık. New Yorker'da yazan Timothy Ferris'e göre, hedefi bu kadar az farkla şaşan asteroitler haftada belki iki ya da üç defa ötemizden berimizden geçip gidiyor ve hiç fark edilmiyor.

Yüz metre çapında bir cisim, aramızda yalnızca birkaç günlük mesafe kalana kadar yaklaşmadığı sürece Yerküre'ye konumlanmış hiçbir teleskop tarafından yakalanamaz. Yaklaştığında yakalanabilmesi de ancak teleskopun şans eseri söz konusu cisme odaklanmış olması halinde mümkündür, ki bu da hiç muhtemel değildir, çünkü günümüzde bile göklerde bu türden gökcisimleri arayan insanların sayısı yok denecek kadar azdır. Bu konuda her zaman şu ilginç benzetmeye başvurulur: Dünyada faal olarak asteroit arayan insanların sayısı, tipik bir McDonald' s restoranının personel sayısından azdır. (Gerçi bu sayı şimdilerde biraz yükseldi. Ama çok değil.)

Eugene Shoemaker iç güneş sistemindeki potansiyel tehlikeler konusunda insanları harekete geçirmeye çalışırken, görünüşe bakılırsa tamamen alakasız bir diğer gelişme de, Columbia Üniversitesi 'ndeki Lamont Doherty Laboratuvarı 'nda görevli genç bir jeologun İtalya'daki çalışmalarıyla sessizce şekillenmekteydi. 1970'lerin başlarında Walter Alvarez, İtalya'nın Umbria bölgesine bağlı bir dağ kenti olan Gubbio civarında, Bottaccione Boğazı diye bilinen yerde saha araştırması yapmaktaydı. Dağlar arasında kalan güzel bir geçitti orası. Bu araştırma sırasında, biri Kretase, öbürü Tersiyer dönemden kalma iki eski kireçtaşı katmanını birbirinden ayıran kızılımsı renkte ince bir kil kuşağı merakını uyandırdı. Bu kuşak, jeolojide KT sınırı[1] diye bilinen noktadır ve altmış beş milyon yıl önce dinozorların ve dünyadaki diğer hayvan türlerinin aşağı yukarı yarısının fosil kayıtlarından aniden silindiği döneme işaret eder. Alvarez, kalınlığı 6 milimetreyi bile bulmayan incecik bir kil tabakasında Yerküre tarihinin böylesine dramatik bir anını açıklayabilecek neyin saklı olduğunu merak ediyordu.

Normal şartlar altında Alvarez'in bu konuya hayret edip geçeceği neredeyse kesindi, ama bereket versin, kendi disiplini dışından yardım eli uzatacak biriyle sağlam bir bağlantısı vardı: babası Luis'le. Luis Alvarez seçkin bir nükleer fizikçiydi. 1968'de Nobel Fizik Ödülü'nü kazanmıştı. Oğlunun kayaçlara olan düşkünlüğünü her zaman biraz hor görmüştü, ama bu mesele onun da ilgisini çekti. Cevabın uzaydan gelen tozlarda saklı olabileceği geldi aklına.

Yerküre her yıl, 30.000 ton kadar "kozmik yuvar", daha basit bir ifadeyle "uzay tozu" biriktirir. Süpürülüp bir araya toplandığı takdirde oldukça fazla, ama dünyanın her yanına dağıldığı zaman son derece küçük bir miktardır bu. Bu ince toz tabakasına Yerküre'de genellikle fazla bulunmayan egzotik elementler serpiştirilmiştir. Bunlar arasında, uzaydaki miktarı yerkabuğundakinden bin misli fazla olan iridyum elementi de vardır. (Yerküre'deki iridyumun büyük kısmının gezegen gençken çekirdeğe çöktüğü sanılıyor.)

Alvarez, California'daki Lawrence Berkeley Laboratuvarı'ndan bir meslektaşı olan Frank Asaro'nun yeni bir teknik geliştirmiş olduğundan haberdardı. Nötron aktivasyon analizi diye anılan işlem vasıtasıyla killerin kimyasal bileşimini büyük hassasiyetle ölçmeye yarayan bu tekniği uygulamak için, örnekleri küçük bir nükleer reaktörde nötron bombardımanına tabi tutmak ve yayılan gama ışınlarını dikkatle saymak gerekiyordu. Aşırı özen gerektiren bir işti bu. Asaro daha önce bu tekniği çanak çömlek parçalarını analiz etmek için kullanmıştı. Alvarez oğlunun toprak örneklerindeki egzotik elementlerden birinin miktarını ölçüp bu miktarı yıllık çökelme hızıyla karşılaştırdıkları takdirde, örneklerin oluşumunun ne kadar zaman aldığını öğrenebilecekleri kanısındaydı. Luis ve Walter Alvarez, 1977'de bir Ekim günü öğleden sonra hiç haber vermeden Asaro'nun kapısını çaldılar ve gereken testleri onlar için yapıp yapamayacağını sordular.

Gerçekten de haddini aşan bir ricaydı bu. Asaro'dan jeolojik örneklerin büyük titizlik gerektiren ölçümlerine aylar ayırmasını istemelerinin tek sebebi, zaten apaçık meydandaymış gibi görünen bir şeyi, yani o ince kil tabakasının, inceliğinden anlaşıldığı kadar kısa bir zaman zarfında oluşmuş olduğunu doğrulatmaktı. Bu çalışmanın çığır açacak sonuçlar doğurmasını kimse beklemiyordu şüphesiz.

Asaro, "Doğrusu son derece sevimli, son derece ikna ediciydiler," diye anımsadı o günü, 2002 tarihli bir röportajda. "Bu ilginç proje benim de aklımı çelmişti. Bunun üzerine, denemeyi kabul ettim. Ne yazık ki, sürdürmem gereken daha pek çok işim vardı, dolayısıyla bu projeyle ancak sekiz ay sonra ilgilenebildim." O döneme ait notlarına göz gezdirdi. "21 Haziran 1978'de, saat 13:45'te, örneklerden birini dedektöre koyduk.

Analizin ilk 224 dakikası dolarken, ilginç sonuçlar almakta olduğumuzu görebiliyorduk. Dayanamayıp durdurduk ve şöyle bir göz attık.”

Sonuçlar hakikaten de öyle beklenmedikti ki, üç bilim adamı başlangıçta gözlerine inanamadılar. Alvarez’in örneğindeki iridyum miktarı normal düzeylerin üç yüz mislinden fazlaydı: tahmin edebilecekleri her rakamın çok ötesinde. izleyen aylar süresince Asaro ve meslektaşı Helen Michel otuz saat hiç ara vermeden çalışarak (“Bir başladık mı duramıyorduk,” diye açıklıyor Asaro) örnekleri analiz ettiler ve her defasında aynı sonuçları aldılar. Danimarka’dan, Ispanya’dan, Fransa’dan, Yeni Zelanda’dan, Antarktika’dan gelen başka örnekler üzerinde yapılan testler, iridyum çökellerinin[8] dünyanın her yerinde son derece yüksek düzeylerde bulunduğunu, bazen normal düzeylerin beş yüz misline yükseldiğini gösterdi. Bu çarpıcı yükselişe çok büyük, ani ve muhtemelen katastrofik bir olayın sebep olduğu çok açıktı.

Alvarez’ler, uzun uzun düşündükten sonra şu sonuca vardılar: Bu sorunun en akla yatkın (en azından kendi akıllarına en çok yatan) açıklaması, Yerküre’ye bir asteroitin ya da bir kuyrukluyıldızın çarpmış olduğuydu.

Yerküre’nin arada bir uzaydan gelen yıkıcı darbelere maruz kalabileceği fikri, günümüzde bazen ileri sürüldüğü kadar yeni bir fikir sayılmazdı. 1942 kadar erken bir tarihte, Northwestern Üniversitesi’nden Ralph B. Baldwin adında bir astrofizikçi *Popular Astronomy* dergisinde yayınlanan makalesinde böyle bir olasılığa dikkat çekmişti. (Makalesini orada yayınlatmasının sebebi hiçbir akademik yayınevinin böyle bir yazıyı basmaya hazır olmamasıydı.) Ve en az iki tanınmış bilim adamı, astronom Ernst Öpik ile Nobel ödüllü kimyacı Harold Urey de, çeşitli zamanlarda bu görüşe destek vermişlerdi. Paleontologlar arasında bile bilinmeyen bir şey değildi bu. 1956’da, Oregon Eyalet Üniversitesi profesörlerinden M. W. de Laubenfels, *Journal of Paleontology'âski* yazısında dinozorların kökünü kurutan şeyin uzaydan gelen bir göktaşı olabileceği önerisinde bulunarak, Alverez’in kuramını resmen öngörmüştü. 1970’teyse Amerikan Paleontoloji Derneği’nin başkanı Dewey J. McLaren, dünya dışından gelen bir darbenin Frasniyen nesil tükenişi diye bilinen daha eski bir olaya sebebiyet vermiş olabileceğini grubun yıllık kongresinde ileri sürmüştü.

O zamana kadar bu fikrin yeniliğinden eser kalmadığının altını çizercesine, 1979'da bir Hollywood stüdyosunda *Meteor* adını taşıyan bir film çekildi. ("Sekiz kilometre genişliğinde ... Saatte 48.270 kilometre hızla üstümüze geliyor ... Ve saklanacak hiçbir yer yok!") Başrollerde Henry Fonda, Natalie Wood, Kari Malden ve dev bir göktaşı vardı.

Dolayısıyla, Alvarez'ler 1980'in ilk haftası içinde Amerikan Bilim Geliştirme Derneği'nin bir toplantısında, dinozor neslinin milyonlarca yıl süren acımasız bir sürecin parçası olarak yavaş yavaş tükenmediğine, tek bir patlamayla aniden yok edildiğine inandıklarını bildirdiklerinde, açıklamalarının şok etkisi yaratmaması gerekirdi.

Ama yarattı. Her yerde, özellikle de paleontoloji camiasında, genel inanışlara ters düşen çirkin bir iddia olarak karşılandı.

"Bizim bu alanın amatörleri olduğumuzu unutmamak gerek," diye hatırlıyor Asaro. "Walter paleomanyetizma alanında uzmanlaşmakta olan birjeologdu, Luis bir fizikçiydi ve ben de bir nükleer kimyacıydım. Ve şimdi kalkmış, yüz yıldan uzun süredir içinden çıkamadıkları bir sorunu çözdüğümüzü söylüyorduk paleontologlara. Bunu hemen kabullenmemeleri çok şaşırtıcı değil." Luis Alvares'in bir espriyle açıkladığı gibi: "Ehliyetsizjeologluk yaparken yakalanmıştık." Ama çarpışma kuramının çok daha derin ve esas itibariyle nefret uyandıran bir yanı daha vardı. Dünyevi süreçlerin aşamalı olduğu inancı Lyell döneminden beri doğa tarihinin temelini oluşturmuştu. 1980'lere gelindiğinde tümyıkımcılık (katastrofızm) gözden düşeli o kadar uzun zaman olmuştu ki, bu olasılık katiyen düşünülemez hale gelmişti. Yıkıcı bir çarpışma fikri çoğu jeolog için, Eugene Shoemaker'ın belirttiği gibi, "bilim dinine aykırıydı."

Luis Alvarez'in paleontologları ve onların bilime olan katkılarını alenen aşağılaması da fayda etmedi. "Onlardan çok iyi bilim adamı çıkmaz. Daha çok pul koleksiyoncularına benzer onlar," diye yazmıştı *New York Times*'ta yayınlanan ve paleontologları hâlâ derinden yaralayan bir makalesinde.

Alvarez kuramına karşı çıkanlar, iridyum çökelleri için birçok alternatif açıklama ürettiler: Mesela, bu çökellerin Hindistan'daki Dekkan Platosu'nda uzun müddet devam eden volkanik püskürmeler sonucu oluştuğunu ileri sürdüler. Bununla da kalmayıp, dinozorların iridyum

sınırında aniden fosil kayıtlarından kaybolduğunu gösteren hiçbir kanıtın bulunmadığında ısrar ettiler. Kuramın en ateşli aleyhtarı, Dartmouth College'dan Charles Officer'dı. Officer, kuramı çürütebilecek hiçbir kanıt gösteremeyeceğini bir gazete röportajında isteksizce kabul ederken bile hâlâ, iridyum çökellerinin volkanik etkinlikten kaynaklandığı iddiasında diretti. 1988 gibi yakın bir tarihe kadar, bir anket vesilesiyle görüşülen tüm Amerikalı paleontologların yarısından fazlası, dinozor nesillerindeki tükenişin bir asteroit ya da kuyrukluyıldızın yeryüzüne çarpmasıyla hiç alakalı olmadığına inanmayı hâlâ sürdürüyordu.

Aslında çarpışma kuramını gözle görülür biçimde destekleyecek bir şey vardı, ama o da Alverez'lerde yoktu: bir göktaşı çukuru. Eugene Shoemaker işte bu noktada devreye giriyor. Shoemaker'ın bir lowa bağlantısı vardı: Gelini Iowa Üniversitesi'nde ders veriyordu. Kendisi de çalışmaları dolayısıyla Manson kraterinden haberdardı. Onun sayesinde, bütün gözler Iowa 'ya çevrilecekti.

Jeoloji yöreden yöreye değişen bir meslektir. Jeolojik katmanlar açısından son derece sıradan, engebesiz bir eyalet olan Iowa'da, jeoloji gündemi hemen her zaman durgundur. Orada ne ulu dağ dorukları veya çatırdayan buzullar, ne büyük petrol yatakları veya değerli madenler, ne de volkanik bir faaliyet belirtisi vardır. Iowa eyaletine bağlı olarak çalışan bir jeologsanız, işinizin büyük bölümü, eyaletteki tüm "hayvan yetiştirme çiftlikleri"nin, amiyane tabirle domuz yetiştiricilerinin periyodik olarak dosyalaması gereken Gübre Yönetim Planları'nı değerlendirmek olacaktır. Iowa'da on beş milyon domuz vardır, dolayısıyla yönetimi gereken gübre miktarı epey fazladır. Bunları söylerken kesinlikle dalga geçmiyorum. Hayati ve ulvi bir iştir bu: Iowa'nın suyunu temiz tutmaya yarar. Ama ne yalan söyleyeyim, Pinatubo Dağı'nda lav bombalarından sakınmaya veya Grönland'da büyük buzul yarıklarını tırmalayarak yaşam barındıran eski kuvarslar aramaya da pek benzemez doğrusu. Dolayısıyla 1980'1erin ortalarında jeoloji âleminin dikkati Manson'a ve Manson kraterine çevrildiği zaman Iowa Doğal Kaynaklar Bakanlığı'nda ne büyük heyecan yaşandığını pekâlâ tahmin edebiliriz.

Iowa City'deki Trowbridge Hall, Iowa Üniversitesi 'nin Yerbilimleri Bölümü 'nü ve Iowa Doğal Kaynaklar Bakanlığı'nın jeologlarını

barındıran, on dokuzuncu yüzyıl sonlarından kalma tuğla bir binadır. Binanın tavan arasına benzer bir mekânında çalışan eyalet jeologlarının akademik bir tesise ne zaman yerleştirildiklerini de, buna neden gerek duyulduğunu da kimse hatırlamıyor artık. Ama alçak tavanlı, daracık ofisleri ve onlara ulaşmanın zorluğunu görünce, bu yerin gönülsüzce bağışlanmış olduğu izlenimine kapılırsınız. Size yol gösterilirken, çatıya çıkarılmayı ve bir pencereden içeri alınmayı beklemeye başlarsınız.

Ray Anderson ve Brian Witzke, çalışma hayatlarını burada, düzensiz kâğıt ve dergi yığınlarının, tablo rulolarının ve ağır taş örneklerinin ortasında geçirirler. (Jeologlar kâğıt ağırlığı bulmakta hiç sıkıntı çekmezler.) Herhangi bir şey, belki ekstra bir sandalye, bir kahve fincanı ya da çalan bir telefon bulmak istediğiniz zaman evrak yığınlarını oradan oraya taşımak zorunda kalacağınız türden bir yerdir burası.

Anderson'la Witzke'yi kasvetli ve yağmurlu bir haziran sabahı ofislerinde ziyaret ettiğimde, "Ansızın ilgi odağı olmuştuk," dedi Anderson, o günleri hatırlarken gözleri ışıl ışıl parlayarak. "Hey gidi günler hey."

Onlara bütün dünyada saygıyla anılan adamı, Eugene Shoemaker'ı sordum. "Müthiş biriydi," diye yanıtladı Witzke, hiç tereddüt etmeden. "O olmasaydı, bu proje asla gerçekleşmezdi. Onun desteğiyle bile işleri rayına oturtmak iki yılımızı aldı. Sondaj pahalı bir iştir: O zamanlar otuz santim başına yaklaşık otuz beş dolar harcamak gerekiyordu, şimdilerde daha da fazla. Ve biz dokuz yüz on beş metre derinliğe inmek zorundaydık."

"Bazen daha da derine," diye ekledi Anderson.

Witzke tekrarladı: "Bazen daha da derine. Hem de birkaç yerde birden. Yani çok para lazımdı. Bütçemizin elvereceğinden çok daha fazla."

Bunun üzerine Iowa Jeolojik Araştırma Kurumu ile ABD Jeolojik Araştırma Kurumu arasında bir işbirliği oluşturuldu.

"En azından biz bunu bir işbirliği *sandık,'* dedi Anderson, küçük buruk bir gülümsemeyle.

"Bize büyük ders oldu," diye devam etti Witzke. "O dönemde hatalı bilimsel çalışmalara çok sık rastlanırdı. Sonuçlarının güvenilirliğinden emin olmadan ortaya çıkıp açıklama yapanlar olurdu." Böyle anlardan biri,

Amerikan Jeofizik Birliği'nin 1985'teki yıllık toplantısında yaşandı. Bu toplantıda, ABD Jeolojik Araştırma Kurumu'ndan Glenn Izett ve C. L. Pillmore, Manson kraterinin dinozor nesillerinin tükenişiyle ilişkilendirilebilecek yaşta olduğunu açıkladılar. Basının ilgisini çekmekte başarılı olmakla birlikte talihsiz derecede vakitsiz bir açıklamaydı bu. Veriler daha dikkatli incelendiğinde Manson kraterinin aşırı küçük olmakla kalmayıp, söz konusu nesil tükenişinden dokuz milyon yıl önce oluştuğu anlaşıldı.

Anderson'la Witzke, kariyerlerini sekteye uğratan bu sonucu, Güney Dakota'da düzenlenen bir konferansa katıldıkları zaman haber aldılar. insanlar merhametli bakışlarla yanlarına yaklaşıp "Duyduk ki kraterinizi kaybetmişsiniz,'' diyorlardı. Izett'in güncellenen rakamları ABD Jeolojik Araştırma Kurumu'ndan diğer bilim adamlarıyla birlikte daha yeni açıklamış olduğunu ilk kez o zaman öğrendiler. Yeni rakamlar, dinozorların kökünü kurutan kraterin Manson'daki olamayacağına işaret ediyordu.

"Doğrusu şok olmuştuk," diye anımsıyor Anderson. "Nasıl desem, son derece önemli bir şeyi önce bulmuş, sonra ansızın kaybetmiştik. Ama işbirliği içinde olduğumuzu sandığımız insanların yeni bulgularını bizimle paylaşma zahmetine bile girmediklerini anlamak en kötüsüydü."

"Neden paylaşmadılar?"

Omuz silkti. "Kim bilir? Neyse, sağlık olsun. Belli bir düzeyde faaliyet gösterdiğiniz zaman bilimin ne kadar çirkinleşebileceğini öğrenmiş olduk böylece."

Araştırmalar başka yerlerde devam etti. Şans eseri, 1990'da bu araştırmacılardan biri, Arizona Üniversitesi'nden Alan Hildebrand, bir *Houston Chronicle* muhabiriyle tanıştı. Muhabir, Meksika'daki Yucatan Yarımadası'nın altında 193 kilometre genişliğinde, 48 kilometre derinliğinde, izahı yapılamayan bir çukur oluşumunun varlığından haberdardı. Bu oluşum, New Orleans'ın yaklaşık 950 kilometre güneyine denk gelen Progreso kenti civarındaki Chicxulub'taydı. 1952'de, tesadüf bu ya, Eugene Shoemaker'ın Arizona'daki Meteor Krateri'ni ilk kez ziyaret ettiği sene, Meksikalı petrol şirketi Pemex tarafından bulunmuştu. Ama şirketin jeologları, o zamanın anlayışına uygun olarak, bunun volkanik bir

oluşum olduğu sonucuna varmışlardı. Hildebrand sözü edilen bölgeye gitti ve aradıkları krateri nihayet bulmuş olduklarına çabucak karar verdi. 1991 başlarında hemen herkesi memnun eden bir sonuçla, aranan göktaşı çukurunun Chicxulub olduğu belirlendi.

Yine de Yerküre'ye çarpan bir göktaşının nelere yol açabileceğini pek kavrayamayan çok insan vardı. Stephen Jay Gould'un denemelerinden birinde anımsadığı gibi: "Başlangıçta böyle bir olayın yıkıcılık kapasitesi hakkında güçlü şüpheler duyduğumu hatırlıyorum ... Yalnızca dokuz on kilometre çapında bir nesne yaklaşık 12.800 kilometre çapında bir gezegeni nasıl olup da harabeye çevirebilir?"

Neyse ki, Jüpiter'e çarpacağı çok geçmeden anlaşılacak olan Shoemaker-Levy 9 Kuyrukluyıldızı (Shoemaker'larla Levy tarafından) keşfedilince, bu kuramı doğal bir teste tabi tutma fırsatı doğdu. Tarihte ilk kez, insanlar kozmik bir çarpışmaya tanık olabilecek ve yeni Hubble Uzay Teleskopu sayesinde her anını görebileceklerdi. Curtis Peebles'a göre çoğu astronom fazla umutlanmamıştı, çünkü kuyrukluyıldız tutarlı bir küre değil, 21 parçadan oluşan bir sicimdi. "Bana kalırsa," diye yazmıştı onlardan biri, "Jüpiter bu kuyrukluyıldızları hiç istifini bozmadan bir lokmada yutacak." Olaya bir hafta kala *Nature'da*, "Büyük Fiyasko Yaklaşıyor" başlıklı bir makale yayınlandı. Makalede, çarpışmanın bir meteor yağmurundan başka hiçbir şeye yol açmayacağı iddia ediliyordu.

Çarpışmalar 16 Temmuz 1994'te başlayıp bir hafta devam etti ve belki yalnızca Eugene Shoemaker'dan başka kimsenin beklemediği kadar şiddetli oldu. Kuyrukluyıldızın Çekirdek G diye bilinen parçası, gezegene yaklaşık altı milyon megatonluk (dünyada mevcut tüm nükleer silahların yetmiş beş misli) bir kuvvetle çarptı. Çekirdek G yalnızca küçük bir dağ büyüklüğündeydi, ama Jüpiter' in yüzeyinde Yerküre büyüklüğünde yaralar açtı. Alvarez kuramının eleştirmenleri böylece son bir darbe daha yemiş oldular.

Luis Alvarez 1988'de ölmüş olduğundan, ne Chicxulub kraterinin ne de Shoemaker-Levy kuyrukluyıldızının keşfinden haberi oldu. Shoemaker da erken vefat etti. Shoemaker-Levy çarpışmasının üçüncü yıldönümünde, o ve karısı göktaşı çukurları aramak için her sene gittikleri Avustralya çöllerindeydiler. Tanami Çölü'nde, normalde dünyanın en ıssız yerlerinden

biri olan toprak bir yolda ilerlerken önlerine hafif bir bayır çıktı. Tam o sırada öbür taraftan başka bir araç yaklaşmaktaydı. Shoemaker olay yerinde hayatını kaybetti, karısı yaralı kurtuldu. Shoemaker'ın küllerinin bir kısmı *Lunar Prospector* adlı uzay aracıyla Ay'a gönderildi. Geri kalanı Meteor Krateri'nin etrafına serpildi.

Anderson'la Witzke'nin dinozor katili bir kraterleri yoktu artık, "ama Birleşik Devletler anakarasının en büyük ve en kusursuzca muhafaza edilmiş göktaşı krateri hâlâ bizim elimizdeydi," dedi Anderson. (Manson'ın üstünlük statüsünü korumak için biraz laf cambazlığına ihtiyaç var. Diğer kraterler, özellikle de bir göktaşı çukuru olduğu 1994 'te kabul edilen Chesapeake Körfezi, Manson 'dan daha büyüktür, ama ya denizin içinde kalmış ya da deforme olmuştur.) "Chicxulub iki üç kilometre kireçtaşının altına gömülüdür ve büyük kısmı denizin içinde kalır, bu da onu incelenmesi zor kılar," diye devam etti Anderson, "halbuki Manson oldukça erişilebilir bir konumdadır. Diğerlerine oranla sapasağlam korunmuş olmasının sebebi, yeraltına gömülü olmasıdır."

Benzer bir taş parçası bugün bize doğru geliyor olsaydı bu konuda ne zaman uyarılabileceğimizi sordum onlara.

"Ah, muhtemelen hiçbir zaman," dedi Anderson rahatlıkla. "Isınana dek çıplak gözle görülemez ve atmosfere girmeden ısınmayacaktır. Girdikten bir saniye sonra da zaten yere çakılmış olur. En süratli mermiden onlarca kat hızlı hareket eden bir şeyden bahsediyoruz. Biri tarafından teleskopla görülmüş olmadığı sürece, ki buna da pek ihtimal vermemek lazım, bizi tam anlamıyla gafil avlayacaktır."

Bir çarpışmanın şiddeti, çarpan cismin atmosfere giriş açısına, hızına, yörüngesine, kütlesine, yoğunluğuna, çarpışmanın dik mi yandan mı olacağına ve daha pek çok değişkene bağlıdır ve bu değişkenlerden hiçbirini olayın üstünden bu kadar uzun zaman geçtikten sonra bilemeyiz. Ama bilim adamlarının yapabildikleri ve Anderson'la Witzke'nin yapmış oldukları şey, göktaşı çukurunu ölçüp, açığa çıkan enerji miktarını hesaplamaktır. Bundan yola çıkılarak, çarpışmanın nasıl olmuş olması gerektiğine ya da daha tüyler ürperticisi, şimdi olsa nasıl olacağına dair akla yakın senaryolar oluşturulabilir.

Kozmik hızlarla hareket eden bir asteroit ya da kuyrukluyıldız dünya atmosferine öyle yüksek bir hızla girer ki, altındaki hava asteroitin yolundan çekilemeyip bir bisiklet pompası gibi sıkışır. Böyle bir pompa kullanan herkesin bileceği gibi, sıkışan hava çabucak ısınır ve asteroitin altındaki sıcaklık 60.000 Kelvin'le-re, yani Güneş'in yüzey sıcaklığının on misline fırlar. Atmosferimize varışının bu noktasında, meteorun önüne çıkan insanlar, evler, fabrikalar, arabalar, akla gelebilecek her şey ateşe atılmış selofan gibi buruşup yok olur.

Meteorit, atmosfere girmesinden bir saniye sonra, Manson halkının bir saniye önce normal hayatına devam ettiği yere çakılır. Meteoridin kendisi de aynı anda buharlaşır, ama patlama 1.000 kilometreküp taş, toprak ve kızgın gaz püskürtür. 250 kilometre mesafe içinde bulunan ve meteoridin atmosfere girerken yarattığı sıcaklıktan sağ kurtulan her canlı, bu kez patlamanın tesiriyle ölür. Neredeyse ışık hızıyla çevreye yayılan ilk şok dalgası önüne çıkan her şeyi silip süpürür.

Bu ani yıkım bölgesinin dışında bulunanlar için, felaketin ilk belirtisi gözleri kör eden bir ışık çakması olur: daha önce hiçbir insanın görmediği kadar parlak bir ışık. Bir saniye ila bir iki dakika arasında değişen bir süre sonunda, inanılmaz derecede ihtişamlı bir kıyamet manzarası oluşur: Göklere yükselen fokur fokur bir karanlık duvarı, her yeri göz alabildiğine doldurarak saatte binlerce kilometre hızla ilerler. Tüyler ürpertici bir sessizlik içinde yaklaşır, çünkü ses hızının çok ötesinde hareket etmektedir. O sırada sözgelimi Omaha'daki ya da Des Moines'deki yüksek bir binada bulunan ve doğru istikamete bakmaya fırsat bulan herkes, afallatıcı bir kargaşa perdesiyle göz göze gelir ve hemen ardından da, neye uğradığını anlayamadan ölür.

Dakikalar içinde, Denver'dan Detroit'e kadar uzanan ve bir zamanlar Chicago, St. Louis, Kansas City ve ikiz Kentler'i, yani Ortabatı'nın tamamını içine alan bölgede, hemen her şey yerle bir olmuş ya da tutuşmuş, hemen her canlı varlık ölmüş olur. 1.500 kilometre mesafedeki her yerde, insanlar tipi halinde uçarak üstlerine gelen cisimler tarafından savrularak, doğranarak ya da yaralanarak ölürler. 1 .500 kilometre sınırından uzaklaşıldıkça patlamanın yıkım gücü yavaş yavaş azalır.

Üstelik bu sadece ilk şok dalgasıdır. Sebep olacağı hasarın büyük ve küresel boyutlara varacağı kesindir, ama tam olarak neler olacağı konusunda ancak tahmin yürütebiliriz. Çarpışmanın yıkıcı bir deprem zincirini tetikleyeceğine kesin gözüyle bakılabilir. Kürenin her yanında volkanlar gümbürdemeye ve lav püskürtmeye başlar. Tsunamiler oluşup yıkıcı dalgalar halinde uzak kıyılara doğru yola koyulur. Bir saat içinde, gezegeni kapkara bir bulut kaplar, kor halindeki taşlar ve diğer molozlar her tarafa yağarak gezegenin büyük kısmını ateşe verir. ilk günün sonunda en az bir buçuk milyar insanın ölmüş olacağı tahmin edilmektedir. iyonosferde oluşacak yoğun parazitler yüzünden iletişim sistemleri her yerde devre dışı kalır, dolayısıyla sağ kurtulanların başka yerlerde neler olup bittiği ya da nereye kaçmaları gerektiği konusunda hiçbir fikirleri olmaz. Gerçi olsa da pek fark etmez. Bir yorumcunun belirttiği gibi, kaçmak “yavaş bir ölümü çabuk bir ölüme yeğlemek olur. Görünüşte mantıklı da olsa, yer değiştirmeye yönelik hiçbir girişim ölü sayısını çok fazla etkilemeyecektir, çünkü dünyanın yaşamı destekleyebilirliği her yerde azalmış olacaktır.”

Çarpışmadan ve müteakip yangınlardan yayılacak is ve kül, güneşi karanlığa boğmaya yetecek miktardadır. Bu durumun aylarca, belki yıllarca devam ederek canlıların yaşam çevrimlerini aksatacağı kesindir. 2001 ’de Califomia Teknoloji Enstitüsü’ndeki araştırmacılar daha sonraki KT çarpışmasından artakalan tortullardan alınmış helyum izotoplarını analiz ettiler ve bu çarpışmanın yeryüzü iklimini yaklaşık on bin sene müddetle etkilediği sonucuna vardılar. Bu da dinozor nesillerindeki tükenişin çabuk ve şiddetli olduğu görüşünü destekleyen bir kanıt olarak kullanıldı. Jeolojik bağlamda sahiden de öyleydi. insanlığın böyle bir olayla başa çıkmakta ne kadar başarılı olacağı, hatta olup olamayacağı konusundaysa tahmin yürütmekten fazlası gelmez elimizden.

Ve unutmayın, bu bela muhtemelen hiç uyarı sinyali vermeden, pırıl pırıl bir gökyüzünden inecek tepemize.

Ama diyelim ki gökcisminin gelişini gördük. Ne yapacağız? Herkes nükleer bir savaş başlığı gönderip onu paramparça edeceğimizi zanneder. Halbuki bu biraz zor bir olasılıktır. Öncelikle, John S. Lewis’ın belirttiği gibi, füzeler uzay için tasarlanmamıştır. Yerçekiminden kurtulacak güçte değildirler. Kaldı ki kurtulabilseler bile, onları uzayda on milyonlarca

kilometre öteye yönlendirebilecek hiçbir mekanizma yoktur. Bu işi yapmaları için *Armageddon* filmindeki gibi bir gemi dolusu uzay kovboyunu oraya gönderme olasılığımız daha da azdır, çünkü insanları Ay'a kadar bile götürebilecek güçte bir roketimiz yok artık. Bunu yapabilen son roket olan *Saturn 5* yıllar önce emekliye ayrıldı ve yerine yenisi yapılmadı. Çabucak yeni bir roket de yapamayız, çünkü ne ilginçtir ki, *Saturn* fırlatıcılarının planları NASA'daki yeniden yapılanma hareketi sırasında yok edildi.

Asteroiti uzaya yollayacağımız bir savaş başlığıyla paramparça etmeyi bir şekilde başarsak bile, onu muhtemelen bir kaya sicimine dönüştürdüğümüzle kalacağız ve bu kayalar da tıpkı Shoemaker-Levy kuyrukluyıldızının Jüpiter'e yaptığı gibi, birbiri ardına dünyaya çarpacak. Üstelik onları son derece radyoaktifleştirmiş olacağız. Arizona Üniversitesi'nden asteroit avcısı Tom Gehrels, gereğince önlem alabilmemiz için bir yıl önceden uyarılmamızın bile yeterli olmayacağı görüşünde. Hatta daha büyük bir olasılıkla, yaklaşan cisim bir kuyrukluyıldız bile olsa, onu varışına ancak altı ay kala görebileceğiz, ki o zaman da çok geç olacak. Shoemaker-Levy 9, 1929'dan beri Jüpiter'in etrafında kolaylıkla gözlemlenebilecek bir yörüngeyle dolanmaktaydı, ama herhangi biri tarafından fark edilmesi yarım yüzyılı aşkın vakit aldı.

İlginçtir ki, bu şeyleri hesap etmek çok zor olduğu ve önemli bir yanılma payını hesaba katmak gerektiği için, bir cismin bize doğru yöneldiğini bilsek bile, kesin bir çarpışma yaşanacağından son ana kadar, ya da en iyi ihtimalle son birkaç haftaya kadar emin olamayız. Bu bekleyişin dünya tarihinin en ilginç birkaç ayı olacağına ne şüphe. Bize dokunmadan yanımızdan geçip gittiği takdirde nasıl bayram edeceğimizi varın siz düşünün.

"Peki Manson çarpışması gibi bir şey hangi sıklıkla oluşur?" diye sordum Anderson'la Witzke'ye, oradan ayrılmadan evvel.

"Eh, ortalama olarak her milyon yılda bir," dedi Witzke.

"Şunu da unutmayın," diye ekledi Anderson, "bu nispeten önemsiz bir olaydı. Manson çarpışmasının kaç nesil tükenişiyle bağlantılı olduğunu biliyor musunuz?"

“Hiçbir fikrim yok,” diye yanıtladım.

“Hiç,” dedi, tuhaf bir memnuniyetle. “Tek bir tane bile.”

Witzke ile Anderson aceleyle ve neredeyse aynı anda eklediler: Dünyanın büyük kısmı elbette harabeye döndü, tıpkı az önce anlattığımız gibi. Çarpışma noktasının çevresindeki yüzlerce kilometrelik bölge tam bir yıkıma uğradı. Ama yaşam kolay kolay yok olmaz. Duman dağıldığında her canlı türünden yeterince şanslı felaketzede kalmıştı, dolayısıyla hiçbirinin nesli tükenmedi.

Görünüşe bakılırsa, şu iyi habere sevinebiliriz: Bir canlı türünü tamamen ortadan kaldırmak hiç kolay değildir. Kötü habere gelince: iyi habere her zaman bel bağlanamaz. Daha da kötüsü, dehşetengiz tehlikeleri her zaman uzaydan beklememeli. Birazdan göreceğimiz gibi, Yerküre de kendi içinde bolca tehlike barındırabilir.

14

ALTIMIZDAKİ YANGIN

1971 yazında, Mike Voorhies adında genç bir jeolog, Doğu Nebraska’da kırlık bir çiftlik arazisinde dolaşmaktaydı. Doğup büyüdüğü küçük Orchard kasabasına uzak olmayan bir yerdi burası. Dik yamaçlı derin bir dereden geçerken, yukarıdaki çalılığın içinde acayip bir ışıltı fark etti ve daha yakından bakmak için yamaca tırmandı. Gördüğü şey, bir gergedanın mükemmelen muhafaza edilmiş kafatasıydı. Son yağmurlarda yüzeye fırlamış olmalıydı.

Sonradan anlaşılacağı üzere, birkaç metre ötede Kuzey Amerika’nın keşfedilmiş en olağanüstü fosil yataklarından biri vardı: gergedanlara, zebramsı atlara, kılıç dişli geyiklere, develere, denizkaplumbağalarına, daha bir sürü hayvana toplu mezar olmuş kuru bir su çukuru. Bu hayvanların hepsi de on iki milyon yıl kadar önce jeolojide Miyosen olarak bilinen bir zamanda gizemli bir afet sonucu ölmüştü. O günlerde Nebraska, günümüz Afrika’sının Serengeti’sine çok benzeyen, uçsuz bucaksız, sıcak bir ova üzerindeydi. Çukurdaki hayvanlar, derinliği üç metreyi bulan volkanik küllerin altına gömülüydü. Halbuki Nebraska’da ne o zaman, ne de daha önce hiç volkan olmamıştı.

Bugün Voorhies'in keşif bölgesi Ashfall Fossil Beds State Park adını taşıyan bir eyalet parkıdır. Bu parkın, Nebraska jeolojisine ve fosil yataklarının tarihine ilişkin özenli sergilerle donatılmış gıcır gıcır bir ziyaretçi merkezi ve müzesi vardır. Merkezde, ziyaretçilerin kemik temizleyen paleontologları izleyebilmeleri için tasarlanmış cam duvarlı bir laboratuvar bulunur. Merkeze gittiğim sabah, BBC'de izlediğim bir belgeselden tanıdığım kadarıyla Mike Voorhies'e benzettiğim, mavi önlüklü, saçları kırlaşmış bir adam laboratuvarda yalnız başına çalışmaktaydı. Ashfall Fossil Beds State Park, ziyaretçi akınına uğrayan bir yer değildir. Kuş uçmaz kervan geçmez bir yerdedir. Voorhies bana etrafı gezdireceğine sevinmiş gibiydi. Beni buluşunu yapmış olduğu noktaya, altı metre yüksekliğinde bir koyağın tepesine çıkardı.

"Kemik aramaya uygun bir yer değildi burası," dedi mutlu mutlu. "Ama ben de kemik aramıyordum zaten. O sıralar Doğu Nebraska'nın jeolojik bir haritasını çıkarmayı planlıyordum ve aslında bir nevi keşif yürüyüşüne çıkmıştım. Bu koyağa tırmanmış olmasaydım ya da yağmurlar o kafatasım ortaya çıkarmış olmasaydı, yanından yürüyüp geçecektim ve bu mezar asla keşfedilmeyecekti." Çitle çevrili, üstü kapalı bir araziyi işaret etti. Ana kazı bölgesi orası olmuştu. iki yüz kadar hayvan orada alt alta üst üste yatar vaziyette bulunmuştu.

Yörenin kemik aramaya hangi açıdan uygun olmadığını sordum. "Eh, kemik arayacaksan etrafta gözle görülür kayaçlar olsun istersin. Paleontolojik araştırmalardan çoğunun sıcak ve kuru yerlerde yapılmasının sebebi budur. Oralarda daha çok kemik bulunduğundan değil. Sadece kemikleri fark etme şansın daha yüksek olduğundan. Oysa böyle bir ortamda... " Kolunu savurarak alabildiğine uzanan ağaçsız kırları gösterdi. "Nereden başlayacağını bilemezsin. Oralarda bir yerde çok muhteşem bir şey seni bekliyor olabilir, ama aramaya nereden başlayacağını gösteren hiçbir işaret yoktur görünürde."

Önce bu hayvanların diri diri gömülmüş olduklarını düşündüler ve Voorhies 1981'de *National Geographic\e* yayınlanan bir makalede bu kadarını açıkladı. "Makale yöreyi 'tarihöncesine ait hayvanların Pompei'si'29 diye tanımlıyordu," dedi bana. "Talihsiz bir benzetmeydi bu, çünkü yazı yayınlandıktan hemen sonra hayvanların ölümünün hiç de ani

olmadığını anladık. Hepsi de *hipertropik pulmoner osteodistropi* denilen bir hastalıktan mustaripti. Çok fazla aşındırıcı kül solursanız olacağı budur. O hayvanlar aşırı miktarda solumuş olmalı, çünkü yüzlerce kilometre boyunca, metrelerce kalınlıkta kül tabakası birikmiş.” Yerden bir topak gri, kilimsi toprak alıp avucuma ufaladı. Pudramsı ama biraz kumlucaydı. “Bunu solumak zorunda kalanın vay haline,” diye devam etti, “çünkü çok ince ama aynı zamanda hayli keskindir. Velhasıl, biraz ferahlamayı umarak olsa gerek, hayvanlar bu su çukuruna girdiler ve acı içinde kıvranarak öldüler. Kül herhalde her yeri enkaza çevirmişti. Bütün yeşillikleri yakmış, her bir yaprağı kaplamış ve suyu gri renkli, içilmez bir bulamaca çevirmişti. Manzara hiç de iç açıcı değildi muhakkak.”

BBC belgeselinde, Nebraska’da bu kadar çok kül bulunmasının şaşırtıcı olduğu ileri sürülüyordu. Halbuki Nebraska’daki muazzam kül çökelleri uzun zamandır bilinmekteydi. Neredeyse bir yüzyıldır Comet ve Ajax gibi temizlik tozlarının yapımında kullanılıyordu. Ama ne gariptir ki, onca külün nereden geldiğini merak etmek daha önce kimsenin aklına gelmemişti.

“Size bunu söylemek beni biraz utandırıyor ama,” dedi Voorhies, belli belirsiz gülümseyerek, “Bir *National Geographic* editörü bana onca külün kaynağını sorana dek bu konuyu hiç düşünmemiştim. Bilmediğimi itiraf etmek zorunda kaldım. Kimse bilmiyordu.”

Voorhies, Amerika Birleşik Devletleri’nin batı kesimindeki tüm meslektaşlarına kül örnekleri göndererek, onda tanıdık bir özellik fark edip etmediklerini sordu. Birkaç ay sonra Idaho Jeolojik Araştırma Kurumu’ndan Bill Bonnichsen adında bir jeolog onunla temasa geçti ve kül örneğinin Güneydoğu Idaho’nun Bruneau-Jarbidge bölgesindeki volkanik çökellerle uyuştuğunu söyledi. Nebraska ’nın ova hayvanlarını öldüren olay, daha önce hiç düşünülmemiş büyüklükte, volkanik bir patlamaydı: 1.600 kilometre mesafedeki Doğu Nebraska’yı üç metre kalınlığında bir kül katmanına bulayacak kadar büyük bir patlama. Anlaşıldı ki, Amerika Birleşik Devletleri’nin batı kesiminin altında devasa bir magma kazanı kaynamaktaydı, her 600.000 yılda bir katastrofık bir patlamayla dışarı püsküren, muazzam bir volkanik magma kaynağı. Bu magma kazanının son püskürüşünün üstünden 600.000 yılı biraz aşkın vakit geçti. Kazan hâlâ kaynıyor. Günümüzde ona Yellowstone Ulusal Parkı diyoruz.

Ayaklarımızın altında neler olduğu hakkında şaşırtıcı derecede az şey biliyoruz. Ford'un araba üretiminin ve World Series beysbol karşılaşmalarının başladığı tarihte Yerküre'nin bir çekirdeği olduğunu dahi bilmediğimizi düşününce hayretler içinde kalıyor insan. Kıtaların yeryüzünde nilüfer çiçekleri gibi yüzmekte olduğu fikri de elbette bir nesilden çok daha kısa süredir ortak bilgimiz dahilinde. "Garip ama gerçek," diye yazmıştı Richard Feynman, "Güneş'in içindeki madde dağılımını, Yerküre'nin içini anladığımızdan çok daha iyi anlıyoruz."

Yeryüzünün merkeze uzaklığı 6.370 kilometredir, yani çok büyük bir mesafe değil. Merkeze kadar inen bir kuyu kazdığınız ve içine bir tuğla attığınız takdirde, tuğlanın dibe vurmasının yalnızca kırk beş dakika alacağı hesaplanmıştır. (Gerçi tuğla dibe değdiği zaman bütün dünyanın yerçekimi onu alttan değil, üstten ve yan taraflardan etkileyeceğinden, ağırlıksızlaşmış olacaktır.) Bununla birlikte, arzın merkezine ulaşma hayalimiz mütevazı girişimlerle sınırlı kalmıştır. Güney Afrika'da 3 kilometreden fazla derinliğe ulaşan bir iki altın madeni vardır, ama dünyadaki çoğu maden yüzeyden en fazla 400 metre kadar aşağıya iner. Gezegen bir elma olsaydı, henüz kabuğunu dahi delememiş sayılırdık. Hatta henüz buna yaklaşmadık bile.

Yaklaşık bir yüzyıl öncesine kadar, bilim dünyasındaki en üstün akılların Yerküre'nin içi hakkında bildikleri, bir kömür madencisinin bildiklerinden çok fazla değildi: Toprağı kazabildiğince kazarsın, sonra kayaya rastlar ve orada durursun. Derken 1906'da, R. D. Oldham adında îrlandalı bir jeolog, bir Guatemala depreminin sismograf kayıtlarını incelerken bazı şok dalgalarının yerin derinliklerinde bir noktaya kadar indiğini ve sonra sanki bir tür engelle karşılaşmışçasına sekip belli bir açıyla geri döndüğünü fark etti. Bundan Yerküre'nin bir çekirdeği olduğu sonucuna vardı. Üç yıl sonra Andrija Mohorovicic adında Hırvat bir sismolog, bir Zagreb depreminin grafiklerini incelerken benzer tuhaflıkta bir sapma tespit etti, ama bu seferki daha sığ bir düzeydeydi. Mohorovicic, kabukla hemen altındaki manto katınam arasındaki sının keşfetmişti. Bu sınır kuşağı o gün bugündür Mohorovicic süreksizliği olarak, ya da kısaca Moho olarak adlandırılır.

Yerküre'nin katınanlı iç yapısı hakkında, yok denecek kadar az da olsa, kabataslak bir fikir edinmeye başlıyorduk. Yeni Zelanda depremlerinin

sismograf kayıtlarım inceleyen Inge Lehmann adında Danimarkalı bir bilim adamı, merkezde iki çekirdek bulunduğunu ancak 1936'da keşfetti: bugün katı halde olduğuna inandığımız bir iç çekirdek ve Oldham'ın tespit ettiği, manyetizmanın beşiği olduğu düşünülen, sıvı haldeki dış çekirdek.

Lehmann sismik deprem dalgalarım inceleyerek arzın merkezini daha doğru anlamamızı sağlarken, Califomia Teknoloji Enstitüsü'nden iki jeolog da, iki ayrı deprem arasında karşılaştırma yapmanın bir yolunu icat etmekteydi. Adları Charles Richter ve Beno Gutenberg idi; ama icat ettikleri ölçek, hiç de hakkaniyetli olmayan gerekçelerle ve buluşun neredeyse hemen ardından, yalnızca Richter'in adıyla anılmaya başlandı. (Kabahat Richter'de de değildi. Mütevazı bir adam olan Richter, ölçeği kendi adıyla asla anmamış, ona her zaman "Magnitüd Ölçeği" demişti.)

Richter ölçeği bilim adamları dışında hemen herkes tarafından genellikle yanlış anlaşılmıştır. Bununla birlikte, günümüzde bu durumun eskiye oranla belki biraz daha düzelmiş olduğu söylenebilir. İlk günlerde Richter'in ofisine gelip ünlü ölçeğini görmek isteyenler olurdu, çünkü onu bir nevi makine zannederlerdi. Ölçek elbette bir cisimden ziyade bir fikirdir, yer sarsıntılarının yüzey ölçümlerine dayalı keyfi bir ölçümüdür. Katsayısal olarak yükselir: Yani 7,3 derecelik bir deprem, 6,3 derecelik bir depremden elli kat, 5,3 derecelik bir depremden 2.500 kat daha güçlüdür.

En azından kuramsal olarak, bir depremin ne bir üst sının ne de bir alt sının vardır. Ölçek basit bir kuvvet ölçüsüdür, ama hasar hakkında hiçbir fikir vermez. Mantonun derinliklerinde, sözgelimi 650 kilometre aşağıda oluşan 7 magnitüdünde bir deprem yüzeyde hiçbir hasara yol açmayabilirken, yüzeyin yalnızca 6 ya da 7 kilometre altında oluşan çok daha küçük bir deprem geniş çapta tahribat yaratabilir. Ayrıca, zemin özelliklerine, depremin süresine, artçı sarsıntıların sıklık ve şiddetine, etkilenen bölgenin fiziksel ortamına bağlı olan çok şey vardır. Demek oluyor ki, kuvvet elbette çok önemli bir faktör olmakla birlikte, en korkunç depremlerin ille de en kuvvetli depremler olması gerekmez.

Ölçeğin icadından bu yana kaydedilmiş en büyük deprem (hangi kaynağı temel aldığınıza bağlı olarak) ya Mart 1964'te Alaska'da oluşan ve Richter ölçeğiyle 9,2 magnitüdünde olduğu kaydedilen Prens William Boğazı depremi, ya da 1960'ta Şili sahili açıklarında meydana gelen ve

magnitüdü başlangıçta 8,6 olarak kaydedilip, sonradan (Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırma Kurumu dahil) bazı otoritelerce daha da yükseltilerek 9,5'e çıkarılan Pasifik Okyanusu depremidir. Son örnekten anlaşılacağı gibi, depremlerin ölçümü her zaman kesin sonuçlar üreten bir bilim dalı değildir, özellikle de uzak yerlerden gelen kayıtların yorumlanması gerektiğinde. Her halükarda, söz konusu depremlerin ikisi de çok büyük depremlerdi. 1960 depremi yalnızca Güney Amerika kıyılarında geniş çapta hasara yol açmakla kalmadı. Pasifik üzerinde yaklaşık on bin kilometre boyunca ilerleyerek Hawaii'nin merkezi olan Hilo kentini neredeyse yerle bir eden, beş yüz binayı yıkıp, altmış insanın ölümüne yol açan dev bir tsunami yarattı. Benzer büyüklükteki dalgalar Japonya'ya ve Filipinler'e kadar ulaşarak can kaybının daha da artmasına sebep oldu.

Taş taş üstünde bırakmayacak derecede yıkıcı depremlerin tarih boyunca kaydedilmiş olan en şiddetlisi, 1755'te Azizler Yortusu'nun kutlanacağı gün (1 Kasım'da) Portekiz'in başkenti Lizbon'u vurdu ve hallaç pamuğu gibi attı. Kent, sabah saat ona çok az kala, şimdi 9,0 magnitüdünde olduğu tahmin edilen ve yandan vuran ani bir darbeyle sarsılarak, tam yedi dakika süresince vahşice sallandı. Sarsıcı kuvvet o kadar büyüktü ki, sular kent limanından dışarı hücum etti ve en az 15 metre yüksekliğinde bir dalga halinde geri dönerek yıkımın etkisini çoğalttı. Hareket nihayet kesildiğinde, hayatta kalanlar yalnızca üç dakikalığına rahat nefes alabildiler, zira şiddet açısından birincisinden çok da geri kalmayan ikinci bir artçı vardı sırada. İki saat sonra üçüncü ve son artçı oluştu. Bu üç depremin sonunda, altmış bin insan ölmüş ve neredeyse bütün binalar kilometreler boyunca uzanan bir moloz yığınına dönmüştü. 1906'da meydana gelen San Francisco depremiyse Richter ölçeğiyle 7,8 magnitüdündeydi ve otuz saniyeden kısa sürdü.

Depremler oldukça sık oluşur. Ortalamaya vuracak olursak, her gün dünyanın bir yerinde en az 2,0 magnitüdünde iki deprem kaydedilir: Civardaki herkese kendini hissettirebilecek bir sarsıntıdır bu. Depremler belli yerlerde, özellikle Pasifik çevresinde yoğunlaşma eğilimi gösterse de, hemen her yerde oluşmaları mümkün. Amerika Birleşik Devletleri'nde, yalnızca Florida, Doğu Texas ve Kuzey Ortabatı 'nın neredeyse tamamı şimdilik deprem tehlikesinden uzak gözüküyor. New England'da son iki yüz yıldır en az 6,0 magnitüdünde iki deprem oldu. Nisan 2002'de bu

bölge, New York-Vermont sınırı üzerindeki Lake Champlain civarında oluşan bir depremle, 5,1 magnitüdünde bir sarsıntı yaşadı. Deprem yörede büyük hasara yol açtı ve benim de tanık olduğum gibi, New Hampshire'a kadar uzanan geniş bir bölgeyi etkileyerek resimlerin duvarlardan, çocukların yataklardan düşmesine sebep oldu.

En sık rastlanan deprem türleri, San Andreas Fayı üzerindeki Califomia'da olduğu gibi, iki levhanın buluştuğu yerlerde oluşanlardır. Levhalar birbirini ittikçe, aralarından biri diğerine yol verene kadar basınçlar birikir. Genelde, depremler arasındaki süre uzadıkça, basınç birikimleri giderek artar ve dolayısıyla çok büyük sarsıntıların oluşma riski büyür. Bu husus Tokyo için önemli bir endişe kaynağıdır. Londra'daki University College'ın risk uzmanlarından Bili McGuire, Tokyo'yu "ölümünü bekleyen kent" diye tanımlıyor. (Turistik broşürlere slogan olabilecek türden bir tanım sayılmaz bu.) Tokyo, zaten sismik kararsızlığıyla ünlenmiş bir ülkede, üç tektonik levhanın sınırına kurulmuştur. 1995'te, sizin de hatırlayacağınız gibi, yaklaşık 500 kilometre batıdaki Kobe kenti 7,2 magnitüdünde bir depremle sarsıldığı zaman 6.394 kişi hayatını kaybetmişti. Hasarın 99 milyar $ tutarında olduğu hesaplandı. Oysa bu sonuç Tokyo'nun olası akıbetiyle kıyaslandığında solda sıfır kalır.

Tokyo daha önce de modem çağların en yıkıcı depremlerinden birine sahne olmuştu. 1 Eylül 1923 'te, öğle vaktinden hemen önce, Büyük Kanto depremi diye bilinen sarsıntı Tokyo'yu vurdu: Kobe depreminden on kat şiddetli bir depremdi bu. İki bin insan öldü. O zamandan beri Tokyo tekinsiz bir sessizlik içinde bekliyor, dolayısıyla yeraltındaki basınç seksen senedir biriktikçe birikiyor. Eninde sonunda mutlaka boşalacak. 1923'te Tokyo'nun nüfusu yaklaşık üç milyondu. Bugün otuz milyona yaklaşıyor. Kaç kişinin ölebileceğini kimse düşünmek bile istemiyor, ama ifade edilen potansiyel ekonomik maliyet 7 trilyon $'ı buluyor.

"Levha-içi" depremler olarak bilinen ve daha ender rastlanan türden sarsıntılar, sebepleri pek iyi anlaşılmadığı ve her zaman her yerde oluşabildiği için daha da asap bozucudur. Bunlar levha sınırlarından uzakta oluştuğundan önceden tahmin edilmeleri olanaksızdır. Çok daha derinden geldikleri için, genellikle daha geniş alanlara tesir ederler. Bu tür depremlerin Amerika Birleşik Devletleri 'ni vuran en ünlüleri, 1811-12

kışında Missouri’nin New Madrid bölgesinde birbiri ardına meydana gelen üç depremdi. Macera 16 Aralık’ta gece yarısını biraz geçe başladı. İnsanlar önce ürken çiftlik hayvanlarının gürültüsüyle, sonra da yerin derinliklerinden gelen müthiş bir çatırtıyla uyandılar. (Hayvanların depremlerden önce huysuzlanması bir kocakarı masalı değildir, sebepleri hiç anlaşılamasa da herkesçe bilinen bir gerçektir.) Evlerinden dışarı fırlayan bölge sakinleri toprağın yüksekliği bir metreyi bulan dalgalar halinde kabarıp indiğini ve yerde birkaç metre derinliğinde yarıklar açıldığını gördüler. Kuvvetli bir kükürt kokusu havayı sardı. Sarsıntı, olağan hasarlara yol açarak dört dakika sürdü. Tanıklar arasında, o sırada tesadüfen bölgede bulunan ressam John James Audubon da vardı. Deprem çevreye öyle büyük bir kuvvetle yayıldı ki, 600 kilometre ötedeki Cincinnati’de evlerin bacaları devrildi ve en az bir kitaptaki ifadeye göre “Doğu Kıyısı’ndaki limanlarda gemiler alabora oldu ... hatta Washington D.C.’deki Capitol Binası’nın çevresine kurulmuş yapı iskelesi yıkıldı.” 23 Ocak ve 4 Şubat’ta benzer magnitüdlerde başka depremler meydana geldi. New Madrid o zamandan bu yana sessiz, ama bu hiç şaşırtıcı değil, çünkü böyle afetlerin aynı yeri iki defa vurduğuna hiç rastlanmamıştır. Bildiğimiz kadarıyla, afetler yıldırım kadar rasgeledir. Sıradaki afet Chicago’nun ya da Paris’in ya da Kinşasa’nın altında pusu kurmuş bekliyor olabilir. Tahminlerin bile ucu bucağı yoktur. Peki bu muazzam levha-içi kırılmalarını ne doğurur? Yerküre’nin çok derinlerindeki bir şey. Bilmediğimiz kısmının da ötesinde.

1960’lara gelindiğinde bilim adamları Yerküre’nin içi hakkındaki bilgi kıtlığından iyice rahatsız olmaya başladılar ve bu konuda bir şeyler yapmayı denemeye karar verdiler. Daha doğrusu, okyanus tabanından kazmaya başlayıp (çünkü kıta kabuğu çok kalındı) Moho süreksizliğine kadar inebilecekleri ve yermantosundan bir parça çıkarıp aheste aheste inceleyebilecekleri inancına kapıldılar. Yerküre içindeki kayaçların doğasını anlayabildikleri takdirde nasıl etkileştiklerini de anlamaya başlayabileceklerini, dolayısıyla depremleri ve diğer tatsız hadiseleri öngörebileceklerini düşünüyorlardı.

Bu proje, neredeyse kaçınılmaz olarak Mohole Projesi olarak adlandırıldı[2] ve oldukça başarısız bir deneme oldu. Meksika açıklarındaki Pasifik Okyanusu sularında 4.000 metre derinliğe bir sondaj makinesi

indirmeyi ve yerkabuğunun okyanus tabanında nispeten incelen kayaç katmanında 5.000 metrelik bir delik açmayı umuyorlardı. Açık denizde bir geminin üstünden sondaj yapmak, bir okyanusbilimcinin ifadesiyle, “spagetti çubuğu kullanarak Empire State Binası’nın tepesinden New York kaldırımlarında delik açmaya çalışmakla bir”di. Bütün girişimler başarısızlıkla sonuçlandı. En fazla 180 metre derinliğe ulaşabildiler. Mohole projesi No Hole (Deliksiz) diye anılmaya başlandı. 1966’da, durmadan artan masraflar ve bir türlü elde edilemeyen sonuçlar karşısında sabrı taşan Kongre, projeyi feshetti.

Dört sene sonra Sovyet bilim adamları şanslarını karada denemeye karar verdiler. Rusya’nın Finlandiya sınırına yakın Kola Yarımadası’nda bir nokta seçip, 15 kilometre derinliğinde bir delik açmayı umarak işe koyuldular. Bu işin beklenenden zor olduğu anlaşıldı, ama Sovyet bilim adamları takdire şayan bir inatçılık gösterdiler. On dokuz sene sonra nihayet pes ettiklerinde, 12.262 metre derinliğe inmişlerdi. Yerkabuğunun gezegenin toplam hacminin yalnızca yüzde 0,3 ’ünü temsil ettiğini ve Kola deliğinin kabuğun üçte birine dahi inemediğini düşünürsek, Yerküre’nin içini fethetmiş olduğumuzu pek iddia edemeyiz.

İlginçtir ki, delik çok derin olmadığı halde, hemen her özelliğiyle şaşırtıcıydı. Sismik dalga incelemeleri bilim adamlarını oldukça iddialı bir tahmine yöneltmişti: 4.700 metre derinliğe kadar tortul kayaçla, sonraki 2.300 metrede granitle ve sonrasında da bazaltla karşılaşmayı bekliyorlardı. Gelgelelim, tortul katmanının beklenenden yüzde 50 daha kalın olduğu anlaşıldı, bazalt katmanınaysa hiç ulaşılamadı. Dahası, yeraltı dünyası hiç kimsenin beklemediği kadar sıcaktı.

10.000 metrede sıcaklık 180 santigrat dereceydi, tahmin edilen düzeyin neredeyse iki katı. En şaşırtıcısı ise, bu derinlikte kayacın suya doymuş olmasıydı: Hiç ihtimal verilmeyen bir durumdu bu.

Yerküre’nin içini göremediğimiz için, başka teknikler kullanmak zorundayız ve bu tekniklerin çoğu, yeraltına yollanan dalgaların okunmasını gerektirir. Manto hakkındaysa, verimli elmas yatakları olarak bilinen ve kimberlit bacaları diye adlandırılan oluşumlar sayesinde az da olsa fikir sahibiyiz. Elmasların bu bacalarda nasıl oluştuğuna gelince: Bazen Yerküre’nin derinliklerinde, yeryüzüne süpersonik hızlarla magma gülleleri

ateşleyen patlamalar olur. Bu tamamen rasgele bir olaydır. Siz bu satırları okurken arka bahçenizde bir kimberlit bacası parlayabilir. Kimberlit bacası 200 kilometreye varan derinliklerden geldiği için, yüzeyde ya da yüzeye yakın katmanlarda normal koşullar altında bulunmayan bir sürü şeyi beraberinde getirebilir: peridotit denilen bir kayaç, olivin kristalleri ve kırk yılda bir, yüz baca arasından yaklaşık bir tanesinde, elmaslar. Kimberlit püskürtüsüyle birlikte çok fazla karbon açığa çıkar, ama bu karbonun büyük kısmı ya buharlaşır ya da grafite dönüşür. Büyük bir parçanın gereken hızla püskürüp gereken çabuklukla soğuyarak elmasa dönüştüğüne nadiren rastlanır. Johannesburg'u elmas madenciliği açısından dünyanın en verimli kentine çeviren şey de işte böyle bir bacaydı, ama bilmediğimiz yerlerde daha da büyük bacalar olabilir. Kuzeydoğu Indiana civarında bir yerde fevkalade verimli bir bacanın ya da baca grubunun mevcudiyetine işaret eden belirtiler bulunduğujeologlarca biliniyor. Bölgenin çeşitli yerlerinde en az yirmi karat ağırlığında elmaslar bulundu. Ama kaynağı kimse tespit edemedi. Bu kaynak, John McPhee'ye göre, buzullar tarafından çökeltilmiş topraklar altına gömülü olabilir: mesela Iowa'daki Manson kraterinin ya da Büyük Göller'in altına.

O halde Yerküre'nin içi hakkında ne kadar bilgimiz var? Çok az. Bilim adamları altımızdaki dünyanın dört katmandan oluştuğu konusunda genellikle hemfikir: kayaç yapılı bir dış kabuk, sıcak ve akışkansı kayaçlardan oluşan bir manto, sıvı halde bir dış çekirdek ve katı halde bir iç çekirdek.[3] Yüzeyde, gezegenin toplam yoğunluğundan sorumlu olamayacak kadar hafif silikatların çoğunlukta olduğunu biliyoruz. Demek ki içerilerde daha ağır bir şeyler olmalı. İçeride bir yerlerde manyetik alanımızın üretiliyor olabilmesi için sıvı haldeki metalik elementlerden oluşan yoğun bir kuşak bulunması gerektiğini de biliyoruz. Bu kadarı herkesin ortak kanaati. Bunun ötesindeki hemen her şey, mesela katmanların nasıl etkileştikleri, davrandıkları gibi davranmalarına neyin yol açtığı ve ileride nasıl davranacakları, hiçbir kuramda çok belirli değil, hatta genellikle oldukça büyük bir belirsizlik içeriyor.

İç yapının görebildiğimiz kısmı olan yerkabuğu bile oldukça hararetli tartışmalara konu olmuştur. Jeolojik metinlerin hemen hepsi, kıta kabuğunun okyanusların altında 5 ila 1O kilometre, kıtaların altında yaklaşık 40 kilometre ve büyük dağ zincirleri altında 65 ila 95 kilometre

kalınlıkta olduğunu söyler, ama bu genellemeler pek çok şaşırtıcı istisna içerir. Mesela Sierra Nevada Dağları'nın altındaki kabuk, yaklaşık olarak yalnızca 30 ila 40 kilometre kalınlıktadır ve bunun neden böyle olduğunu bilen yoktur. Bütün jeofizik yasaları, Sierra Nevada'ların adeta bataklık kumu üzerindeymişçesine batıyor olması gerektiğini söyler. (Batıyor olabileceğini düşünenler de yok değildir.)

Yerkabuğunun nasıl ve ne zaman oluştuğu soruları, jeologları iki büyük kampa bölmüştür: kabuğun tarihin erken dönemlerinde aniden ortaya çıktığını düşünenler ve daha geç bir tarihte yavaş yavaş oluştuğunu düşünenler. Duyguların bu kanılardaki gücü yadsınamaz. Yale'den Richard Armstrong 1960'larda bir erken-patlama kuramı öne sürdü ve kariyerinin geri kalan kısmını kendisine katılmayanlara karşı savaş vererek geçirdi. 1991 'de kanserden öldü, ama *Earth* dergisinin 1998'de yer verdiği bir yazıya göre, ölümünden kısa süre önce "Avustralya'da yayınlanan bir yerbilim dergisinde eleştirmenlerle polemiğe girerek kendisinin de dahil olduğu grubu destanları hortlatmakla suçlayanlara ağızlarının payını verdi." Armstrong için "İçi buruk gitti," demişti bir meslektaşı.

Kabuk ile dış mantonun bir kısmı için litosfer (Yunancada "taş" manasına gelen *lithos* kelimesinden türemiştir) terimi kullanılır. Litosfer de daha yumuşak kayaçlardan oluşan ve astenosfer ("güçsüz" manasına gelen Yunanca sözcüklerden türemiştir) denilen bir diğer katmanın üstünde yüzer, ama bu terimler hiçbir zaman tam anlamıyla tatminkâr değildir. Litosferin astenosfer üstünde *yüzdüğü* ifadesi, sıvı üstünde durabilme yeteneğini akla getirir ki bu pek de doğru değildir. Kayaçların akışkanlığını maddelerin yüzeydeki akışkanlığını düşündüğümüz gibi düşünmek de aynı derecede yanıltıcıdır. Kayaçlar akışkandır, ama ancak camın olduğu biçimde. Bize öyle gelmiyor olabilir, ama yeryüzündeki tüm camlar yerçekiminin amansız etkisiyle aşağıya doğru akıyor aslında. Avrupa'da bir katedral penceresine takılı son derece eski camlardan birini çıkaracak olsanız, alt tarafının üst tarafından fark edilir derecede kalın olduğunu görürsünüz. Bir saatin akrebi, mantonun "akan" kayaçlanndan yaklaşık on bin kat hızlı hareket eder.

Hareketler, yüzeyde oluşan levha oynamalarıyla yalnızca yatay doğrultuda değil, konveksiyon diye bilinen taşınım sürecine tabi olan kayaçların yükselip inişleriyle, dikey doğrultuda da oluşur. Konveksiyon bir

süreç olarak ilk kez eksantrik Rumford Kontu tarafından on sekizinci yüzyıl sonunda düşünülmüştü. Altmış sene sonra Osmond Fisher adında İngiliz bir din adamı, Yerküre'nin iç kısmının, muhteviyatın rahatça hareket etmesini sağlayacak derecede akışkan da olabileceği gibi sağgörülü bir öneride bulundu, ama bu fikrin destek görmesi çok uzun vakit alacaktı.

Aşağı yukarı 1970'te, jeofizikçiler yeraltındaki hengâmenin boyutlarını tam olarak anladıkları zaman, hatırı sayılır bir şok yaşandı. Shawna Vogel'ın *Naked Earth: The New Geophysics* (Çıplak Dünya: Yeni Jeofizik) adlı kitabında belirttiği gibi: "Sanki bilim adanılan onlarca yıl atmosferin troposfer ve stratosfer gibi katmanlarını anlamaya çalıştıktan sonra ansızın rüzgârı keşfetmiş gibiydiler."

Konveksiyon sürecinin ne kadar derinlere indiği o gün bugündür ihtilaf konusudur. Kimilerine göre bu süreç 650 kilometre aşağıda başlar, kimilerine göreyse en az 3.000 kilometre altımızda. Sorun, James Trefıl'in gözlemlemiş olduğu gibi, "iki farklı disiplinden gelen ve birbiriyle uzlaştırılamayan iki ayrı veri grubunun varlığından" kaynaklanır. Jeokimyacılar yeryüzündeki bazı elementlerin üst mantodan gelmiş olamayacağını, Yerküre'nin daha derin bölgelerinden gelmiş olması gerektiğini söylerler. Dolayısıyla üst ve alt mantodaki maddeler arada bir de olsa karışmak zorundadır. Sismologlarsa böyle bir tezi destekleyen hiçbir kanıt bulunmadığında ısrar ederler.

Demek ki söylenebilecek tek şey, arzın merkezine doğru inerken pek belirli olmayan bir noktada astenosferi terk edip saf mantoya daldığımızdır. Manto, Yerküre hacminin yüzde 82'sini ve kütlesinin yüzde 65'ini oluşturduğu halde, pek kimsenin ilgisini çekmez. Bunun en büyük sebebi, hem yerbilimcileri hem de genel okuyucu kitlesini aynı derecede ilgilendiren şeylerin ya daha derinlerde (manyetizma için olduğu gibi) ya da yüzeye daha yakın katmanlarda (depremler için olduğu gibi) meydana gelmesidir. Yaklaşık 150 kilometre derinliğe kadar, manto muhteviyatının büyük bölümünü peridotit diye bilinen bir kayaç türünün oluşturduğunu biliyoruz, ama sonraki 2.650 kilometrelik kısmı neyin doldurduğu meçhul. Nature'da yayınlanan bir yazıya göre, orası da peridotitten müteşekkil olmasa gerek. Bundan fazlasını bilmiyoruz.

Mantonun altında iki çekirdek var: katı halde bir iç çekirdek ve sıvı halde bir dış çekirdek. Bu çekirdeklerin doğasını ancak dolaylı yollarla anladığımızı söylemeye lüzum yoktur herhalde, ama bilim adanılan mantıklı bazı varsayımlarda bulunabiliyorlar. Arzın merkezinde söz konusu olan basınçların orada bulunan her kayacı katılaştırabilecek kadar yüksek (yüzeydekilerin üç milyon katından daha yüksek) olduğunu biliyorlar. İç çekirdeğin sıcaklığını korumakta çok usta olduğunu da (başka ipuçlarının yanı sıra) Yerküre tarihinden biliyorlar. Bu bir tahminden öteye geçmese de, dört milyar yılı aşkın bir süre içinde çekirdekteki sıcaklığın 1 1O santigrat dereceden fazla düşmemiş olduğu düşünülüyor. Yerçekirdeğinin tam olarak ne kadar sıcak olduğunu kimse bilmiyor, ama tahminler

4.000 santigrat derece ile 7.000 santigrat derece arasında değişiyor: Orası neredeyse Güneş'in yüzeyi kadar sıcak yani.

Dış çekirdeğe yönelik anlayışımız pek çok bakımdan daha da kıt olmakla birlikte, dış çekirdeğin akışkan olduğu ve manyetizmanın beşiği olduğu konusunda herkes hemfikir. Yerçekirdeğinin bu akışkan kısmının dolanım halinde olduğu ve bu dolanımın onu adeta elektrikli bir motora çevirerek Yerküre'nin manyetik alanını yarattığı doğrultusundaki kuram, Cambridge Üniversitesi'nden E. C. Bullard tarafından 1949'da öne sürüldü. Yerküre'nin içinde konveksiyon yoluyla aktarılan akışkanların, tellerle aktarılan akımlara benzer bir davranış gösterdiği varsayılır. Bu sürecin tam olarak nasıl işlediği bilinmiyor, ama çekirdeğin fırıl hareketiyle ve sıvı oluşuyla bağlantılı olduğu konusunda oldukça kesin bir kanı uyanmıştır. Sıvı bir çekirdeği olmayan cisimlerin, Ay'ın ve Mars'ın mesela, manyetizması yoktur.

Yerküre'nin manyetik alanının güç açısından zaman zaman değişime uğradığını biliyoruz: Dinozorlar çağında şimdi olduğundan neredeyse üç misli güçlüydü. Ortalama olarak her 500.000 yılda bir yer değiştirdiğini de biliyoruz, gerçi bu ortalamaya çok da güvenmemek lazım. Son yer değiştirme yaklaşık 750.000 yıl önce oldu. Manyetik alanın bazen milyonlarca sene sabit kaldığı olur. Sabit kaldığı düşünülen en uzun dönem 37 milyon yıldır. Bazen de 20.000 sene kadar kısa bir zaman zarfında yer değiştirdiği olmuştur. Son 100 milyon yıl içinde yaklaşık iki yüz defa yer değiştirmiştir ve bunu neden yaptığı konusunda kayda değer hiçbir fikrimiz

yoktur. Bu husus “jeoloji bilimlerinin cevaplandırılmamış en büyük sorusu” diye anılır.

Şu sıralar bir yer değiştirme sürecinden geçmekte olabiliriz. Yerküre’nin manyetik alanı yalnızca son yüzyıl içinde belki yüzde 6 oranında azaldı. Manyetizmadaki her azalmanın kötü haber olması mümkün, çünkü manyetizma, notlarımızın buzdolaplanna mıknatıslanmasını ve pusulalarımızın doğru yönü göstermesini sağlamaktan başka, bizi canlı tutmakta da hayati bir rol oynar. Uzay, manyetik korumanın yokluğu halinde vücutlarımıza sızıp DNA’mızın büyük kısmını paçavraya çevirecek derecede tehlikeli kozmik ışınlarla doludur. Manyetik alan işbaşındayken, bu ışınlar yeryüzünden emniyetle uzaklaştırılır ve yakın uzayda Van Allen kuşaklan diye adlandırılan iki bölgeye sürülür. Aurora adıyla bilinen büyüleyici ışık gösterilerini de, üst atmosferdeki parçacıklarla etkileşerek onlar yaratır.

Bu konudaki cehaletimizin en büyük sebebi, ilginçtir ki, Yerküre’nin üstünde olup bitenlerle içinde olup bitenler hakkındaki bilgilerimizin eşgüdümünü sağlama yolunda geleneksel olarak çok az çaba sarf edilmiş olmasıdır. Shawna Vogel’a göre: “Jeologların ve jeofizikçilerin aynı toplantılara katıldıklarına ya da aynı sorunlarda işbirliği yaptıklarına nadiren rastlanır.”

Yerküre’nin içindeki dinamikleri kavramaktaki yetersizliğimizin belki de en güçlü kanıtı, ayaklarımızın altındaki dünya nahoş olaylarla kendini hissettirdiği zaman ne kadar hazırlıksız yakalandığımızdır. Bu konudaki anlayış kıtlığımızı hatırlatmak için, Washington’daki St. Helens Dağı’nın 1980’deki püskürüşünden daha ibret verici bir örnek bulmak zordur.

O tarihte, Alaska ve Hawaii dışında kalan kırk sekiz eyalet altmış beş yıldır tek bir volkanik patlamaya bile tanık olmamıştı. Dolayısıyla St. Helens’ın davranışını gözleyip tahmin yürütmekle görevli devlet volkanologları Hawaii volkanlarından başka hiçbir yanardağı faal halde görmemişlerdi. Kaldı ki, sonradan anlaşılacağı üzere, o volkanların bu volkanla hiç alakası yoktu.

St. Helens uğursuz gümbürtülerine 20 Mart’ta başladı. Bir hafta içinde, sınırlı miktarlarda da olsa günde en çok yüz defa magma püskürtüyor ve

depremlerle sürekli sarsılıyordu. Evler tahliye edilmiş, insanlar emniyetli olduğu düşünülen bir mesafeye, 13 kilometre öteye taşınmışlardı. Dağın gümbürtüleri arttıkça, St. Helens dünyanın turistik merkezlerinden biri haline geldi. Gazeteler görüntü alınabilecek en iyi yerlere konumlanıp günlük haberler yayınladılar. Televizyon ekipleri helikopterlerle tekrartekrar zirveye uçtular ve dağa tırmanan insanlar bile oldu. Bir günde yetmişten fazla helikopter ve hafifhava taşıtı zirvenin etrafında dolandı. Ama günler geçtikçe ve gümbürtülerin dramatik bir olaya dönüşeceği beklentisi boşa çıktıkça, insanlar sabırsızlanmaya başladılar ve volkanın hiç patlamayacağı görüşü yaygınlık kazandı.

19 Nisan'da dağın kuzey tarafı dikkat çekici biçimde kabarmaya başladı. Bunun bir yan patlamanın kuvvetli bir belirtisi olduğunu nedense hiçbir sorumlu kişi göremedi. Sismologlar vardıkları sonuçları Hawaii volkanlarının davranışına dayandırmakta inat ediyorlardı, ki onlar da yandan patlamazdı. Bunun hayra alamet olmayabileceğine inanan neredeyse tek kişi, Tacoma'daki bir yüksek okulun jeoloji profesörlerinden Jack Hyde'dı. St. Helens'ın Hawaii volkanlarınınkine benzer bir ana bacası olmadığına, dolayısıyla içeride biriken her basıncın dramatik ve muhtemelen katastrofık biçimde boşalmak zorunda kalacağına dikkat çekti. Gelgelelim, Hyde resmi ekipte yer almıyordu ve gözlemlerine çok az aldırış edildi.

Sonrasında neler olduğunu hepimiz biliyoruz. 18 Mayıs Pazar sabahı saat 08:32'de, volkanın kuzey tarafı çöktü ve dağ yamacından aşağı saatte neredeyse 250 kilometre hızla inen muazzam bir taş toprak heyelanı oluştu. İnsanlık tarihinde görülmüş en büyük toprak kaymasıydı bu ve taşıdığı toprak miktarı Manhattan'ın tamamını 120 metre derinliğe gömmeye yeterdi. Bir dakika sonra, yan tarafı ciddi biçimde incelmiş olan St. Helens, Hiroşima'ya atılan atom bombasının beş yüz misli kuvvetle patlayarak, ölüm saçan kızgın bir bulutu saatte 1.050 kilometreye varan bir hızla dışarı püskürttü. Yakınlarda bulunan kimsenin böylesine hızlı bir bulutun önünden kaçmaya gücü yetmezdi tabii. Emniyetli, hatta volkanı göremeyecek kadar uzak bölgelerde bulunduğu düşünülen pek çok insan buluta yakalandı. Elli yedi kişi öldü. Cesetlerden yirmi üçü asla bulunamadı. Günlerden pazar olmasaydı can kaybı daha da yükselebilirdi. Patlama hafta içi oluşsaydı,

ölüm kuşağında birçok kereste işçisi çalışıyor olacaktı. Yine de 30 kilometre ötede bile ölen insanlar oldu.

O günün en şanslı kişisi Harry Glicken adında birmastır öğrencisiydi. Dağdan 9 kilometre uzaktaki bir gözlem noktasında nöbetçiydi, ama 18 Mayıs'ta California'da bir kolej yerleştirme mülakatına katılmak için patlamadan önceki gün görev mahallinden ayrılmıştı. Nöbeti David Johnston devralmıştı. Johnston volkanın patladığını haber veren ilk kişi oldu ve az sonra da öldü. Cesedi hiç bulunamadı. Glicken'ın şansıysa maalesef geçiciydi. On bir sene sonra Japonya'daki Unzen Dağı'nda, yine bir yanardağın feci biçimde yanlış yorumlanması sonucu, (piroklastik akıntı diye bilinen) ölümcül bir kül, gaz ve lav seline yakalanıp hayatını kaybeden kırk üç bilim adamı ve gazeteci arasında o da yer aldı.

Volkanologların olacakları tahmini etme becerisi açısından dünyanın en başarısız bilim adamları olup olmadıkları tartışılır, ama tahminlerinin isabetsizliğini anlama becerisi açısından dünyanın en başarısız bilim adamları olduklarına kuşku yoktur. Unzen faciasının üstünden iki yıl geçmeden, volkan gözlemcilerinden oluşan bir diğer grup, Arizona Üniversitesi'nden Stanley Williams önderliğinde Colombia'daki aktif volkan Galeras'ın kraterinden aşağı indiler. Son yıllarda sıklaşan ölümlere rağmen, Williams'ın grubundaki on altı üyeden yalnızca ikisinde güvenlik kaskları ve diğer koruyucu giysiler vardı. Volkan püskürünce, bilim adamlarından altısı ve onların peşine takılmış üç turist hayatını kaybetti, Williams dahil birkaç kişi ağır yaralandı.

Williams, özeleştiriden hiç nasibini almadan yazdığı kitabı *Surviving* Galeras'ta (Galeras'tan Sağ Çıkmak), önemli sismik sinyalleri gözden kaçırdığı ya da önemsemediği ve sorumsuzca davrandığı için volkanoloji dünyasından meslektaşları tarafından eleştirildiğini öğrendiği zaman "hayretle başını sallamaktan başka" bir şey yapamadığını söyledi. "Çamur atmak ne kolay, şimdi sahip olduğumuz bilgiyi 1993'ün olaylarına uygulamak ne kolay," diye yazdı. "Galeras'ın doğal güçlere mahsus kaprisli davranışlar gösterdiği" bir ana rastlayan talihsiz zamanlamasından daha kötü hiçbir şeyle suçlanamayacağına inanıyordu. "Yanıldım ve bunun sorumluluğu bana aittir. Ama meslektaşlarımın ölümü konusunda kendimi suçlu hissetmiyorum. Ortada bir suç yok. Yalnızca bir püskürme var."

Washington’a dönecek olursak. .. St. Helens Dağı 400 metre alçaldı ve 600 kilometrekare orman yok oldu. 150.000 (hatta bazı raporlara göre 300.000) ev inşa etmeye yetecek sayıda ağaç yanıp yıkıldı. Son tespitlere göre 2,7 milyar $ tutarında hasar oluştu. Devasa bir duman ve kül sütunu on dakikadan kısa süre içinde 18.000 metreye yükseldi. 48 kilometre uzakta uçan bir yolcu uçağı taş yağmuruna yakalandığını bildirdi.

Patlamadan doksan dakika sonra yaklaşık 130 kilometre uzaktaki elli bin nüfuslu bir yerleşim birimine (Washington’ın Yakima kentine) kül yağmaya başladı. Bekleneceği üzere, kül yağmuru gündüzü geceye çevirdi ve her deliğe girerek motorları, jeneratörleri ve elektrikli santral ekipmanlarını tıkadı, yayaları boğdu, filtrasyon sistemlerini bloke etti ve hayatı felce uğrattı. Havaalanı devre dışı kaldı. Kente giriş çıkış yolları kapandı.

Bütün bunlar, sizin de fark ettiğiniz gibi, iki aydır tehditkârca gümbürdeyen bir volkanın eteklerinde meydana geliyordu. Ama Yakima’da bir yanardağ patlamasına karşı hiçbir acil durum prosedürü yoktu. Kentin bir kriz esnasında sözümona derhal devreye girmesi gereken acil yayın sistemi çalışmamıştı, çünkü “Pazar sabahı orada görevli olan elemanlar ekipmanı nasıl çalıştıracaklarını bilmiyorlardı.” Üç gün boyunca Yakima’da hayat durdu. Havaalanı kapandığı ve yollar da geçit vermediği için kentin dünyayla iletişimi kesildi. St. Helens Dağı’nın püskürmesinden sonra kenti kaplayan kül tabakası 1,5 santimden biraz fazlaydı. Şimdi lütfen, bir Yellowstone patlamasının nelere yol açacağını hep beraber düşünürken, bunu sakın aklınızdan çıkarmayın.

1

Kretase *(Cretaceous)* ve Tersiyer *(Tertiary)* dönemleri arasındaki sınırı ifade eden bu terim CT değil, KT harflerinden oluşur, çünkü C harfi Kambriyen (*Cambrian*) döneme tahsis edilmiştir. Hangi kaynağa güvendiğinize bağlı olarak, K ya Yunanca kreta’dan ya da Almanca Kreide'den gelir. ikisi de “tebeşir” demektir, ki zaten Kretase’nin *(Cretaceous)* anlamı da budur.

2

Mohole terimi, Hırvat sismolog Andrija Mohorovicic’in soyadı ile “delik” anlamına gelen İngilizce *hole* sözcüğünün birleşmesinden meydana gelmiştir. (ç.n.)

3

Yerküre’nin içini daha ayrıntılı biçimde hayal etıneyi çok isteyenler için, işte çeşitli katmanların ortalama rakamlarla ifade edilmiş boyutları: 0-40 kilometre: kabuk. 40-400 kilometre: üst manto. 400-650 kilometre: üst ve alt mantolar arasındaki geçiş bölgesi. 650-2.700 kilometre: alt manto. 2700-2890 kilometre: “D” katmanı. 2.890-5150 kilometre: dış çekirdek. 5.150-6.378 kilometre: iç çekirdek.

27

buzul sürüntüsü: *sürüntü kili* ya da *til* olarak da bilinen, buzul buzlarından çökelmiş taş toprak karışımı. (ç.n.)

15

TEHLİKELİ GÜZELLİK

1960’larda, Birleşik Devletler Jeolojik Araştırma Kurumu’ndan Bob Christiansen, Yellowstone Ulusal Parkı’nın volkanik geçmişini incelerken, daha önce nedense kimsenin kafasını kurcalamamış bir şeye takıldı: Parkın volkanını bulamıyordu. Yellowstone’un volkanik yapıda olduğu çoktandır bilinmekteydi. İçerdiği onca gayzerin ve buhar püskürten diğer kaynarcaların başka açıklaması olamazdı. Kaldı ki bir volkanın en belirgin özelliği genellikle kolay tespit edilebilmesidir. Ama Christiansen, Yellowstone volkanını hiçbir yerde bulamıyordu. Asıl bulamadığı, *kaldera* diye bilinen bir yapıydı.

Volkanları düşündüğümüz zaman çoğumuzun aklına Fuji ya da Kilimanjaro’ya özgü klasik konik biçimler gelir. Bunlar dışarı püsküren magmanın simetrik bir yığın halinde birikmesinin eseridir. Bu koniler şaşırtıcı derecede çabuk oluşabilir. 1943’te, Meksika’daki Paricutin’de, çiftçinin biri toprağının küçük bir bölgesinden dumanlar yükseldiğini görerek telaşa kapıldı. Şaşkına dönen adam bir hafta içinde 152 metre yüksekliğinde bir koninin sahibi olmuştu. İki sene içinde koninin yüksekliği neredeyse 430 metreye ulaşmış, genişliğiyse 800 metreyi aşmıştı. Davetsizce ortaya çıkıveren bu gözle görülür volkanların yeryüzündeki sayısı on bin kadardır ve birkaç yüz tanesi hariç hepsi sönmüş yanardağlardır. Ama ikinci ve daha az tanınan tipteki volkanlar, dağ oluşumuna yol açmaz. Bunlar o kadar patlayıcı volkanlardır ki, tek bir kırılmayla fışkırıp kudretle püskürürler ve arkalarında çanak biçiminde, geniş bir çukur bırakırlar. işte bu çukura kaldera denir. (Kaldera, kazan manasındaki Latince sözcükten gelir.) Yellowstone’un bu ikinci türden olduğu açıktı, ama Christiansen kalderayı hiçbir yerde bulamıyordu.

Tesadüfbu ya, NASA da tam o sıralar yeni bazı yüksek-irtifa kameralarını denemek için Yellowstone’un fotoğraflarını çekmeye karar verdi. Bu fotoğrafların kopyaları, ziyaretçi merkezlerinden biri için büyütülerek hoş bir dekor oluşturabileceği düşüncesiyle, hatırşinas bir görevli tarafından park yetkililerine ulaştırıldı. Christiansen, fotoğrafları görür görmez kalderayı neden bulamadığını anladı: Parkın neredeyse

tamamı, yani 9.000 kilometrekarelik bir alan, olduğu gibi kalderaydı. Patlama yaklaşık 65 kilometre çapında bir krater oluşturmuştu: Yer seviyesindeki hiçbir noktadan algılanamayacak büyüklükte bir kraterdi bu. Geçmişin bir döneminde Yellowstone insanlarca bilinen hiçbir ölçeğe sığdırılamayacak bir şiddetle patlamış olmalıydı.

Yellowstone, öyle anlaşılıyor ki, bir "süper-volkan"dır. Muazzam bir magma kaynağının tepesine oturmuştur. Bu kaynak, yerin en az 200 kilometre altından yükselen bir lav deposudur. Yellowstone'un bütün bacalarına, gayzerlerine, kaynarcalarına ve kaynar çamur havzalarına güç veren şey bu magma kaynağından yükselen ısıdır. Yüzeyin altında yaklaşık 72 kilometre çapında (yani parkla aşağı yukarı aynı boyutlarda) ve en yoğun kısmı yaklaşık 13 kilometre kalınlığında bir magma haznesi vardır. 13 kilometre boyunca gökyüzüne uzanarak neredeyse en yüksek sirrüs bulutlarına ulaşan, Rhode Island büyüklüğünde bir TNT yığını hayal ederseniz, Yellowstone'u ziyaret edenlerin neyin tepesinde gezindikleri hakkında biraz fikriniz olur. Bu muazzam magma havuzunun kabuğa uyguladığı basınç, Yellowstone'u çevresindeki araziyle birlikte, normalin yaklaşık yarım kilometre üstünde bir yüksekliğe kaldırmıştır. Patladığı takdirde yol açacağı felaket akıl almaz boyutlara varacaktır. Londra'daki University College'dan Profesör Bill McGuire'ye göre, Yellowstone püskürürken "çevresindeki bin kilometrelik alana yaklaşılamaz." Ertesinde ortaya çıkacak sonuçlarsa daha da beter olacaktır.

Yellowstone'un üstüne oturduğu türden, sığ magma depoları martini bardaklarına benzer. Yeraltından ince bir sütun halinde yükselir, ama yüzeye yaklaştıkça dışarıya doğru yayılarak magmayla dolu geniş kâseler yaratırlar. Bu kâselerden bazılarının çapı 1.900 kilometreyi bulabilir." Mevcut kuramlara göre, her zaman patlayarak püskürmezler, bazen de yaygın ve sürekli bir fışkınşla, azgın bir lav seliyle dışarı boşalırlar, tıpkı altmış beş milyon yıl önce Hindistan'daki Dekkan Platosu'nda olduğu gibi: Orada 500.000 kilometrekarelik bir alanı kaplayan sığ magma depoları zehirli gazlarıyla muhtemelen dinozorların sonunu hazırladı. (Yaşamlarını kolaylaştırmadığı kesin.) Kıtaların parçalanmasına yol açan çöküntülerden de sığ magma depoları sorumlu olabilir.

Benzer magma depolarına çok ender rastlandığı söylenemez. Yeryüzünde şu anda otuz aktif magma deposu vardır. Dünyanın en tanınmış ada ve takımadalarından pek çoğunun, mesela İzlanda, Hawaii, Asorlar, Kanaryalar ve Galapagos takımadalarının ve Güney Pasifik’in ortasındaki küçük Pitcaim Adası’nın oluşumundan bunlar sorumludur, ama Yellowstone’un aksine hepsi de okyanussaldır. Yellowstone’un nasıl ya da neden kıtasal bir levha altına girdiği konusunda kimsenin en ufak bir fikri yoktur. Kesin olan yalnızca iki şey vardır: Yellowstone’da yerkabuğu ince, altındaki dünya sıcaktır. Ama kabuğun magma kaynağı yüzünden mi inceldiği, yoksa magma kaynağının yerkabuğu ince olduğu için mi oluştuğu, son derece hararetli bir tartışmanın konusudur. Kabuğun kıtasal yapısı püskürmelerde büyük fark yaratır. Diğer süper-volkanlar hep aynı tempoyla ve nispeten tehlikesizce fokurdayıp dururken, Yellowstone büyük bir patlamayla püskürür. Bu patlamalar çok sık oluşmaz, ama oluştuğu zaman hayli uzağında olmak istersiniz.

Yellowstone 16,5 milyon yıl önce bilinen ilk püskürüşünü yaptıktan sonra aşağı yukarı yüz defa daha patlamış, ama yalnızca son üç püskürüşü yazılı kayıtlara geçmiştir. Son püskürüşü St. Helens Dağı’nınkinden bin kat büyüktü; ondan önceki 280 kat büyüktü; *ondan da* öncekiyse o kadar büyüktü ki ne kadar büyük olduğunu tam olarak kimse bilmiyor. St. Helens’tan en az 2.500 kat büyüktü, ama belki 8.000 kat daha şiddetliydi.

Onu bildiğimiz hiçbir örnekle kıyaslayamayız. Son zamanların en büyük patlaması, Endonezya’daki Krakatau patlamasıydı. Ağustos 1883’te dokuz gün boyunca dünyanın her yanında yankılanan ve Manş Denizi kadar uzak yerlerde bile suları dalgalandıran bir patlama yarattı. Ama Krakatau’dan saçılan madde miktarının bir golf topu büyüklüğünde olduğunu farz ederseniz, Yellowstone patlamalarının en büyüğünden püskürEN madde miktarı, arkasına saklanabileceğiniz büyüklükte bir küre oluşturacaktır. Bu ölçekte, St. Helens püskürtüsü bir bezelyeden büyük olmayacaktır.

İki milyon yıl önceki Yellowstone püskürüşü, New York eyaletini 20 metre derinliğe ya da Califomia’yı 6 metre derinliğe gömmeye yetecek miktarda kül fışkırttı. Mike Voorhies’in Doğu Nebraska'daki fosil yatakları da işte bu kül yağmurunun eseriydi. Patlama şimdi Idaho’nun bulunduğu

yerde meydana geldi, ama yerkabuğu milyonlarca yıl boyunca yılda yaklaşık 2,5 santim ilerleyerek patlama bölgesinin üstüne bindi, dolayısıyla bugün orası Kuzeybatı Wyoming'in hemen altındadır. Yerkabuğu yer değiştirebilir, ama magma kaynağının yeri değişmez, tavana doğrultulmuş bir alev makinesi gibi sabit kalır. Patladıktan sonra arkasında zengin volkanik ovalar bırakır. Bu ovalar, Idaho'lu çiftçilerin de çok önceden keşfettikleri gibi, patates yetiştirmek için ideal topraklar sunar. Önümüzdeki iki milyon yıl içinde, jeologların şakasını yapmaktan pek hoşlandıkları gibi, Yellowstone McDonald's' a kızarmış patates üretiyor olacak ve Montana'nın Billings kentinde insanlar gayzerlerin arasında dolaşacak.

Son Yellowstone püskürüşünden yayılan küller on dokuz batı eyaletini (artı Kanada ve Meksika'nın bazı bölgelerini), yani Mississippi'nin batısında kalan eyaletlerin neredeyse hepsini, tamamen ya da kısmen kapladı. Bu toprakların Amerika'nın buğday ambarı olduğunu ve dünyadaki tahıl üretiminin aşağı yukarı yarısının bu bölgede yapıldığım unutmamalıyız. Ve kül de, hatırlamakta fayda var, bahar geldiğinde eriyip gidecek kalın bir kar örtüsüne benzemez. Eğer bu eyaletlerde tekrar tarım yapmak istiyorsanız, onca külü yığabileceğiniz bir yer bulmanız gerekir. New York'taki Dünya Ticaret Merkezi 'nin 6,5 hektarlık enkazından çıkan 1,8 milyar ton molozun temizlenmesi bile binlerce işçinin sekiz ayını aldı. Kansas'ı temizlemenin ne kadar zaman alacağını varın siz düşünün.

Üstelik iklimsel sonuçlan daha hesaba katmadık bile. Yeryüzündeki son süper-volkan püskürüşü, 74.000 yıl önce Kuzey Sumatra'daki Toba'da meydana geldi. Bu patlamanın muazzam büyüklükte olduğu kesin, ama hakkında başkaca pek bir şey bilinmiyor. Grönland buz çekirdekleri, Toba patlamasının ardından en az altı yıl süren bir "volkanik kış"ın ve sonra da kim bilir kaç verimsiz mevsimin yaşandığını gösteriyor. Bu olayın, global nüfusu topu topu birkaç bin kişiye indirerek insanlığı yok oluşun eşiğine sürüklemiş olabileceği düşünülüyor. Bu da, tüm modem insanların çok küçük bir nüfus tabanından üremiş oldukları manasına gelir ve genetik çeşitlilikten yoksunluğumuza açıklama getirir. Sonraki yirmi bin yıl süresince yeryüzündeki toplam insan sayısının hiçbir zaman birkaç bini geçmediğini düşündüren bazı kanıtlar da yok değil zaten. Demek ki tek bir volkanik patlamadan doğan zararların onarılması bile yüzlerce asır almış.

Bütün bunlar varsayımsal olarak 1973’e kadar ilginçti, ta ki tuhaf bir hadise konuyu ansızın ciddi boyutlara taşıyana dek: Parkın göbeğindeki Yellowstone Gölü’nün sulan, gölün güney kıyılarından taşmaya başlayarak bir çayın basarken, öbür ucmıdaki sular esrarengiz biçimde çekildi. Jeologlar ivedi bir araştırma yaptılar ve parkın büyük bölümünde hayra alamet olmayan bir kabarma oluştuğunu keşfettiler. Bu kabarma gölü bir ucundan kaldırarak suların öbür uçtan taşmasına sebep oluyordu, tıpkı bir çocuk havuzunu bir tarafından yükseltirseniz olacağı gibi. 1984’e gelindiğinde, parkın orta kısmının tamamı, yani 100 kilometrekareden geniş bir alan, son resmi incelemenin yapıldığı 1924’te olduğundan bir küsur metre daha yüksekti. Derken 1985’te, parkın orta kısmının tamamı 20 santimetre alçaldı. Şimdilerde yeniden kabarır gibi görünüyor.

Jeologlar buna tek bir şeyin yol açabileceğini anladılar: kabına sığmayan bir magma haznesi. Yellowstone sönmüş bir süper-volkan alanı değildi; akfbir süper-volkan alanıydı. Yellowstone’un ortalama olarak her 600.000 yılda bir muazzam bir patlamayla püskürdüğünü de aşağı yukarı aynı dönemde anlayabildiler. Son patlama, ilginçtir ki, 630.000 yıl önce olmuş. Öyle anlaşılıyor ki, Yellowstone’un vadesi gelmiş artık.

“Sana hiç öyle gelmiyor olabilir, ama şu anda dünyanın en büyük aktif volkanı üzerinde duruyorsun.” Yellowstone Ulusal Parkı jeologlarından Paul Doss, nefis bir haziran sabahı erken saatlerde parkın Mammoth Kaynarcalan’ndaki genel merkezinde buluştuğumuz zaman, dev gibi bir Harley-Davidson’dan inip benimle el sıkıştıktan az sonra böyle dedi bana. Doğma büyüme Indiana’lı olan Doss, Ulusal

Park Servisi çalışanlarına hiç benzemeyen, cana yakın, tatlı dilli, aşırı düşünceli bir adamdır. Kırçıl bir sakalı ve ensesinde atkuyruğu yaptığı uzun saçları vardır. Kulaklarından birini küçük safir bir küpe süsler. Gıcır gıcır Park Servisi üniformasını hafifçe geren bir göbeği vardır. Bir devlet memurundan ziyade armonika çalan bir blues müzisyenini andırır. Ama jeolojiyi bildiği ve sevdiği her halinden bellidir. “Ve bu işi yapmak için en ideal yerdeyim,” dedi bana, dört tekerlekli eski püskü bir arabaya binip genel istikamette Old Faithful gayzerine doğru tıngır mıngır yola koyulduğumuzda. Bir park jeologunun üstüne düşen her şeyi yaparak etrafta dolaşırken bir günlüğüne kendisine eşlik etme teklifimi kabul

etmişti. Günün ilk işi, yeni bir grup tur rehberine tanıtım amaçlı bir konuşma yapmaktı.

Yellowstone'un tombul, heybetli dağlarıyla, bizonlarla bezeli çayırlarıyla, gürül gürül çağlayan akarsularıyla, gök mavisi gölüyle, saya saya bitiremeyeceğim yabani yaşam özellikleriyle olağanüstü güzel olduğunu belirtmeme gerek yoktur herhalde. “Bir jeologsan bundan daha iyisini bulamazsın,” dedi Doss. “Yukarıda, Bear-tooth Gap’te neredeyse üç milyar yıllık kayaçlar var. Yerküre’nin oluşmasından bu yana geçen zamanın dörtte üçüdür bu. Şurada maden suyu kaynakları var. ..” Mammoth’a adını veren kükürtlü kaynarcaları işaret etti. “Orada kayaçların doğum anını seyredebilirsin. Bu ikisi arasında da aklına gelebilecek her şeyi bulabilirsin. Jeolojinin bundan daha meydanda ya da güzel olduğu bir yer görmedim ben.” “Burayı seviyorsun o halde,” dedim.

“Sevmek ne kelime, bayılıyorum,” diye yanıtladı, derin bir içtenlikle. “Burada olmak beni çok mutlu ediyor. Kışlar zor geçer, ücret de pek dolgun değildir, ama burası öyle güzel ki...”

Batıdaki sıradağlar arasındaki bir açıklığı işaret etmek için lafını yarım bıraktı. O açıklık bir yükseltinin arkasından çıkıp daha yeni girmişti görüş alanımıza. Dağların Gallatinler diye bilindiğini söyledi bana. “Aradaki açıklık yüz ya da belki yüz on kilometre genişliktedir. Uzun bir süre için o açıklığın orada ne aradığını kimse anlamadı, ama sonra Bob Christiansen oradaki dağların patlayıp yok olmuş olması gerektiğini fark etti. Yüz kilometre boyunca uzanan koca koca dağları silip götüren bir patlama çok güçlü bir şey olmalı. İşin içinden çıkmak Christiansen’in altı senesini aldı.”

Yellowstone’un patlamasına neyin sebep olduğunu sordum ona. “Bilmiyorum. Kimse bilmiyor. Volkanlar tuhaf şeylerdir. Aslında onları hiç anladığımız yok. İtalya’daki Vezüv 1944’teki püskürüşüne dek üç yüz yıldır aktif durumdaydı, ama sonra aniden sustu. O zamandan beri sesi soluğu çıkmıyor. Bazı volkanologlar onun yeniden güç toplayıp şiddetle patlamaya hazırlandığını söylüyorlar. Bu biraz endişe verici, çünkü üstünde ya da etrafında iki milyon insan yaşıyor artık. Ama belli mi olur, belki de patlamaz.”

“Yellowstone patlamaya kalksa insanları ne kadar erken uyarabilirsiniz?” Omuzlarını silkti. “Son patladığında etrafta kimsecikler yoktu, dolayısıyla ne gibi uyan işaretleri verdiğini bilen yok. Muhtemelen bir sürü deprem, yüzeyde bir miktar kabarma ve belki gayzerlerin ve buhar bacalarının davranışlarında birtakım değişiklikler olur, ama yine de belli olmaz.”

“Peki hiç uyarı vermeden durduk yerde patlayabilir mi?”

Düşünceli düşünceli başını salladı. Sorun şu ki, diye açıkladı, uyarı işareti sayılabilecek şeylerin hemen hepsi Yellowstone’da şimdiden bir ölçüde mevcut. “Depremler genellikle volkanik püskürmelerin göstergesidir, ama parkta zaten bir sürü deprem oluyor. Geçen sene 1.260 tane oldu. Çoğu hissedilemeyecek kadar hafifti, ama yine de deprem depremdir.”

Gayzer püskürüşlerinde kaydedilen değişiklikler de işaret sayılabilir, dedi, ama bunlar da önceden tahmin edilemeyecek ölçüde değişkendir. Bir zamanlar parktaki en ünlü gayzer Excelsior Gayzeri’ydi. Düzenli aralıklarla püskürür, yerden 100 metre yukarıya su ve buhar fışkırtarak şahane manzaralar oluştururdu, ama 1888’de aniden durdu. Sonra 1985’te yeniden püskürdü, fakat yüksekliği bu sefer sadece 25 metreydi. Steamboat Gayzeri, aktif haldeyken dünyanın en büyük gayzeridir. 120 metre yüksekliğe su fışkırtır, ama püskürüş aralıkları dört gün kadar kısa sürelerle neredeyse elli yıl kadar uzun süreler arasında değişir. “Bugün püskürdüğü ve gelecek hafta yeniden püskürdüğü takdirde, bu bize ertesi hafta ya da bir sonraki hafta ya da yirmi yıl sonra ne yapacağı konusunda hiçbir fikir vermez,” diyor Doss. “Park her özelliğiyle o kadar sebatsızdır ki, meydana gelen herhangi bir olaydan sonuç çıkarmak esas itibariyle imkânsızdır.” Yellowstone’u tahliye etmek hiç kolay olmayacak. Parkı yılda yaklaşık üç milyon kişi ziyaret eder, özellikle de yaz mevsiminin en sıcak üç ayı boyunca. Parkta nispeten az yol vardır ve yollar kısmen trafiği yavaşlatmak amacıyla, kısmen manzaranın güzelliğini bozmamak için, kısmen de topografik kısıtlamalar yüzünden kasıtlı olarak dar tutulmuştur. Yaz boyunca, parkı boydan boya geçmek kolaylıkla yarım gün sürebilir, içinde herhangi bir yere ulaşmaksa saatler alır. “İnsanlar hayvanları görür görmez, nerede olurlarsa olsunlar durup

seyre dalarlar,” diyor Doss. “Ayılar yüzünden trafik tıkanır. Bizonlar yüzünden trafik tıkanır. Kurtlar yüzünden trafik tıkanır.”

2000 güzünde, ABD Jeolojik Araştırma Kurumu’nun ve Ulusal Park Servisi’nin temsilcileri, bazı akademisyenlerle birlikte toplandılar ve Yellowstone Volkanik Gözlemevi diye adlandırdıkları şeyi oluşturdular. Benzer kuruluşlar Hawaii, California, Alaska ve Washington’da çoktandır mevcuttu, ama ne tuhaftır ki, dünyanın en büyük volkanik bölgesinde hiç yoktu. Yellowstone Volkanik Gözlemevi gerçek

bir gözlemevi değildir, daha ziyade bir fikirdir: Parkın çeşitlilik arz eden jeolojisini inceleme girişimlerini eşgüdümlü olarak yürütme konusunda yapılmış bir anlaşmadır. Gözlemevinin ilk işlerinden biri, Doss’ın ifadesiyle “bir deprem ve volkan tehlike planı’’, yani kriz halinde uygulanacak bir eylem planı hazırlamak oldu. “Halihazırda herhangi bir plan yok mu yani?” dedim.

“Hayır. Korkarım yok. Ama yakında olacak.”

“Biraz geç kalınmamış mı?”

Gülümsedi. “Eh, zararın neresinden dönülse kârdır diyelim.”

Yürürlüğe girdiğinde, plana göre üç kişi (Califomia’nın Menlo Park kasabasından Christiansen, Utah Üniversitesi’nden Profesör Robert B. Smith ve Yellowstone’dan Doss) herhangi bir potansiyel afet tehlikesinin derecesini değerlendirecek ve park amirine tavsiyede bulunacak. Parkı tahliye edip etmeme kararını amir alacak. Civar bölgeler için herhangi bir plan yok. Yellowstone gerçekten de büyük bir patlamayla püskürecek olsa, park kapılarından dışarı çıkar çıkmaz kendi başınızın çaresine bakmak zorundasınız.

Elbette o güne daha on binlerce yıl var belki. Doss o günün hiç gelmeyebileceğim düşünüyor. “Geçmişte böyle patlamaların yaşanmış olması aynı motifin hâlâ geçerli olduğu manasına gelmez,” diyor. “Geçmişte afet yaratan bir dizi patlamayı uzun bir sessizlik döneminin izlemiş olabileceğini akla getiren kanıtlar da var. Şu anda öyle bir dönemde olabiliriz. Şimdiki kanıtlar magma haznesinin büyük bölümünün soğumakta ve kristalleşmekte olduğunu gösteriyor. Yani hazne uçucu maddelerini

salıveriyor; halbuki patlayıcı bir püskürmenin oluşması için uçucu maddelerin tutulması gerek.”

Bu arada Yellowstone’un içinde ve yöresinde başka pek çok tehlike söz konusu. Bu gerçek, 17 Ağustos 1959 gecesi parkın hemen dışında, Hebgen Lake denilen yerde katastrofik sonuçlarla gözler önüne serildi. O akşam gece yarısına yirmi kala, Hebgen Lake korkunç bir depremle sarsıldı. Depremin magnitüdü 7,5’ti. Çok geniş bir alanı etkilememekle birlikte, o kadar sert ve yıkıcıydı ki bir dağ yamacının olduğu gibi çökmesine sebep oldu. Yaz ortası olmasına rağmen bereket versin o günlerde Yellowstone’a gidip gelen insan sayısı bugünkü kadar fazla değildi. Dağdan kopan seksen milyon ton taş toprak saatte 160 kilometreyi aşan bir hızla hareket ederek öyle büyük bir kuvvet ve momentle aşağı yuvarlandı ki, heyelan dalgası vadinin öbür tarafındaki bir dağa hücum edip 120 metre yüksekliğe tırmandı. Rock Creek Kamp Alanı’nın bir kısmı heyelanın yolu üzerindeydi. Yirmi sekiz kampçı öldü, bunlardan on dokuzu o kadar derine gömüldüler ki bir daha asla bulunamadılar. Tahribat çok süratli ama istikrarsızdı. Aynı çadırda uyuyan üç kardeş sağ kurtuldu. Yanlarındaki çadırda uyuyan anne ve babalarıysa heyelana kapılıp sürüklendiler ve bir daha onlardan hiç haber alınamadı.

“Bir gün büyük, hem de çok büyük bir deprem olacak,” dedi Doss. “Hiç şüphen olmasın. Burası büyük bir fay hattı üzerinde.”

Hebgen Lake depremine ve bilinen diğer risklere rağmen, Yellowstone’a 1970’lere kadar kalıcı sismometreler yerleştirilmedi.

Jeolojik süreçlerin görkemli ve acımasız doğasını anlamak istiyorsanız, Yellowstone Ulusal Parkı’nın hemen güneyinde uzanan sarp Teton Sıradağlan’ndan daha iyisini bulamazsınız. Dokuz milyon yıl önce Tetonlar yoktu. Jackson Hole vadisinin etrafındaki topraklar, çayırlarla kaplı yüksek bir düzlüktü. Derken Yerküre’nin içinde 64 kilometre uzunluğunda bir fay oluştu ve o zamandan beri, yaklaşık olarak her dokuz yüz senede bir, Tetonlarda çok büyük bir deprem olur: dağlan 2 metre daha yükseltecek büyüklükte bir deprem. Tetonlan bugün 2.000 metreyi bulan muhteşem yüksekliklerine ulaştıran şey, çağlar boyu tekrarlanan bu sarsıntılardır.

Sözünü ettiğimiz dokuz yüz yıl bir ortalamadır, üstelik biraz yanıltıcı bir ortalama. Bölgenin jeolojik bir tarihçesi olan *Windows into the Earth* (Arza Açılan Pencereler) adlı kitabın yazarları Robert B. Smith ve Lee J. Siegel'a göre, son önemli Teton depremi yaklaşık beş bin ila yedi bin yıl önce olmuş. Anlayacağınız Tetonlar gezegenin belki de en vadesi geçmiş deprem bölgesi.

Hidrotermal patlamalar da önemli bir risk teşkil eder. Hemen her an, hemen her yerde, hiçbir belirti göstermeksizin oluşabilirler. "Biliyor musun, parkın dizaynı itibariyle ziyaretçileri termal havzalara yönlendiriyoruz," dedi Doss, Old Faithful'un püskürüşünü birlikte izledikten sonra. "Onlar da zaten bunu görmeye geliyor. Yellowstone'daki gayzer ve kaynarcalann dünyanın geri kalan her yerindeki gayzer ve kaynarca toplamından fazla olduğunu biliyor muydun?" "Bilmiyordum."

Başını salladı. "On bin tane. Üstelik yeni bir bacanın ne zaman açılabileceğini kimse bilemez." Duck Lake denilen yere gittik, birkaç yüz metre genişliğinde bir su kütlesiydi burası. "Tam anlamıyla zararsız görünüyor," dedi. "Koca bir gölcük gibi. Ama bu büyük delik eskiden yoktu burada. Son on beş bin yıl içinde bir gün, burası büyük bir şiddetle patladı. Onlarca milyon ton taş toprak ve aşırı kızgın sular hipersonik hızlarla püskürmüş olmalı. Böyle bir şey sözgelimi Old Faithful'daki otoparkın ya da ziyaretçi merkezlerinden birinin altında meydana gelse neler olur düşün artık." Mutsuz bir ifade yerleşti yüzüne.

"Herhangi bir uyan işareti verir miydi?" '

"Muhtemelen vermezdi. Parktaki son önemli patlama 1989'da Pork Chop Gayzer denilen yerde oldu. Arkasında yaklaşık beş metre genişliğinde bir krater bıraktı: Hiçbir bakımdan çok büyük sayılmayacak bir kraterdir bu, ama o sırada şans eseri orada dikiliyor olsan senin için yeterince büyük sayılır. Bereket versin etrafta in cin top oynuyordu, böylece kimse zarar görmedi, ama o patlama hiç beklenmedik bir anda oluştu. Çok eski zamanlarda 1,6 kilometre çapında delikler açan patlamalar olmuş. Ve bunun bir daha nerede ve ne zaman olabileceğini kimse söyleyemez. Patladığı zaman yakınında olmamayı ummaktan başka çaremiz yok." Büyük kayaların düşmesi de ayrı bir tehlike. 1999'da Gardiner Kanyonu'na büyük bir kaya düştü, ama yine şans eseri kimse zarar görmedi. İkindiye doğru

Doss ve ben, bir kayanın işlek bir park yolu üstünde asılı durduğu bir yere uğradık. Çatlaklar açıkça görülebiliyordu. “Her an düşebilir,” dedi Doss, düşünceli düşünceli.

“Şaka yapıyorsun,” dedim. Sevinçten içi içine sığmayan kampçılarla dolu iki arabanın o kayanın altından geçmediği bir an bile olmuyordu.

“O kadar da olası değil,” diye ekledi. “Sadece *düşebilir* diyorum. Ama belki onlarca yıl öyle kalabilir de. Bilemezsin. İnsanlar buraya gelmenin riskli olduğunu kabul etmek zorunda. Zaten parkı gezmenin bütün manası bu.” '

Mammoth Kaynarcaları’na dönmek üzere arabasına doğru yürürken, Doss ekledi: “Ama gerçek şu ki, çoğu zaman kötü şeyler olmaz. Kayalar düşmez. Depremler olmaz. Yeni bacalar apansızın açılmaz. Tüm kararsızlığına rağmen, parka şaşırtıcı ve harikulade bir sükunet hâkimdir.”

“Dünyanın kendisi gibi,” yorumunda bulundum.

“Kesinlikle,” diye katıldı bana.

Yellowstone’ daki tehlikeler, ziyaretçiler için olduğu kadar park çalışanları için de geçerli. Doss beş yıl önce parktaki ilk haftasında tehlikeyi iliklerinde hissetti. Bir gece geç vakitlerde, yaz sezonu için işe alınan üç görevli, yasadışı bir etkinlikte bulundular: Parkın ılık göletlerinde yüzüp eğlenmeye kalktılar. Park bu hususu afişe etmekten anlaşılabilir sebeplerle kaçınsa da, Yellowstone’daki bütün göletler tehlikeli derecede sıcak değildir. Bazılarına girmek son derece keyiflidir ve gece geç vakitlerde suya girip çıkmak, kurallara aykırı olduğu halde, bazı yaz çalışanlarının âdeti haline gelmişti. Üç kafadar yanlarına bir el feneri almadan yola çıkma gafletinde bulundular, ki bu son derece tehlikelidir, çünkü ılık göletlerin etrafındaki toprak genellikle kavruk ve incedir, dolayısıyla aşağıda fokur fokur kaynayan bacalardan birinin içine düşmek işten bile değildir. Yine de kazasız belasız gölden çıkıp yatakhanelerine dönmek üzere yola koyulduklarında, önceden üstünden atlayıp geçtiklerini hatırladıkları bir akarsuya geldiler. Birkaç adım gerileyip kol kola girdiler ve üçe kadar sayıp hep birlikte koşarak atladılar. Ne yazık ki, önlerindeki su kütlesi geçtiklerini hatırladıkları akarsu değildi. Kaynar suyla dolu bir gölcüktü. Karanlıkta yönlerini kaybetmişlerdi. Hiçbiri sağ kurtulamadı.

Ertesi sabah parktan çıkmadan evvel Yukarı Gayzer Havzası 'nda bulunan Emerald Göleti'ne uğrarken aklımdan bu olayı geçiriyordum. Doss'un önceki gün beni oraya götürmeye vakti olmamıştı, ama ben orayı da en azından şöyle bir görmem gerektiği kanaatindeydim, çünkü Emerald Göleti tarihi bir yerdi.

1965 yazında karıkoca biyologlar Thomas ve Louise Brock, bir inceleme gezisi sırasında çılgınca bir iş yaptılar. Göleti çevreleyen sarımsı-kahverengimsi bulamaçtan bir parça alıp inceleyerek, içinde yaşam aradılar. Önce kendilerini sonra da dünyayı şaşkınlığa uğratan bir sonuçla karşılaştılar: Bulamaç canlı mikroplarla doluydu. Dünyanın ilk ekstremofillerini keşfetmişlerdi. Ekstremofiller, yaşam barındırmayacak kadar sıcak, asitli ya da kükürtlü olduğu farz edilen sularda yaşayabilen organizmalardır. Emerald Göleti'nde bu yaratıklar dikkate değer ölçüde fazlaydı ya da en azından *Sulpholobus acidocaldarius* ve *Thermophilus aquaticus* adlarıyla tanınacak olan iki canlıların, gölet sularını yaşamaya gayet elverişli buluyordu. Halbuki o zamana kadar 50 santigrat derecenin üstündeki sıcaklıklarda hiçbir şeyin canlı kalamayacağı düşünülürdü, ama işte bu organizmalar neredeyse iki misli sıcaklıktaki iğrenç ve asidik sularda mutlu mesut yaşamaktaydı.

Yaklaşık yirmi yıl süresince, Brock'ların iki yeni bakterisinden biri olan *Thermophilus aquaticus* bir laboratuvar gizemi olarak kaldı, ta ki Califomia'da Kary B. Mullis adında bir bilim adamı bu bakterinin içindeki ısıya dayanıklı enzimlerin polimeraz zincir reaksiyonu diye bilinen kimyasal mucizeyi yaratmak için kullanılabileceğini anlayana dek. Polimeraz zincir reaksiyonu, bilim adamlarına çok küçük miktarlardan (ideal koşullar sağlandığı takdirde tek bir molekül kadar küçük miktarlardan) bir sürü DNA üretme olanağı verir. Bu bir nevi genetik fotokopilemedir ve akademik çalışmalardan tutun adli tetkiklere kadar, genetik bilimindeki müteakip gelişmelerin hepsine temel olmuştur. Buluşu Mullis'e 1993'te Nobel Kimya Ödülü'nü kazandırdı.

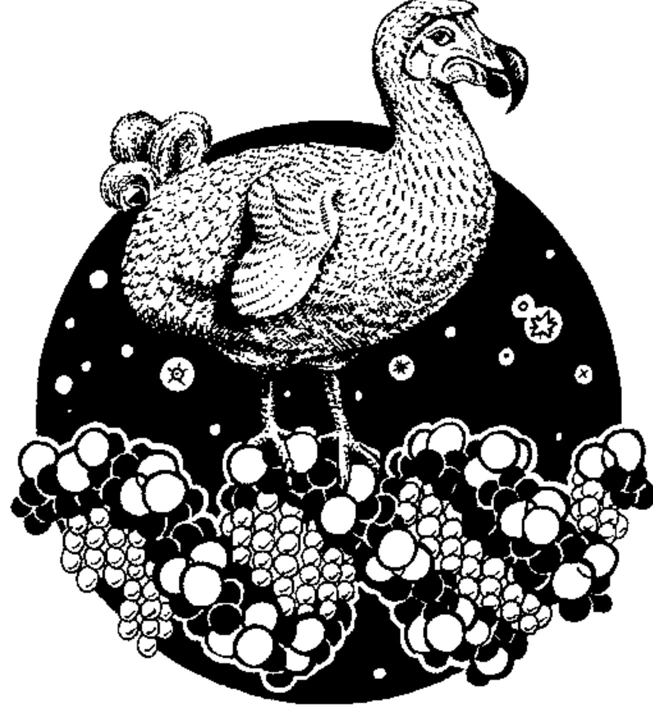
Bu arada bilim adamları, şimdilerde hipertermofiller diye bilinen ve 80 santigrat dereceden yüksek sıcaklıklarda yaşayan daha da güçlü mikroplar bulmaktaydılar. Bugüne dek keşfedilen en sıcaksever organizma, *Life at the Extremes* (Aşın Uçlarda Yaşam) adlı kitabın yazarı Frances Ashcroft'a göre,

sıcaklığın 113 santigrat dereceye çıkabildiği okyanus bacalarının duvarlarında yaşayan *Pyrolobus fumarii*dir. Yaşanı barındırabilecek en yüksek sıcaklık sınırının 120 santigrat derece olduğu düşünülüyor, ama yine de hiç belli olmaz. Her halükarda, Brock'ların bulguları canlılar dünyasına bakışımızı tamamen değiştirmiştir. NASA bilim adamlarından Jay Bergstralh'un ifadesiyle: "Yeryüzünün neresine gidersek gidelim, yaşama en düşmanca davranan ortamlarmış gibi görünen yerlerde bile, sıvı su ve bir kimyasal enerji kaynağı bulursak mutlaka yaşam da buluruz."

Yaşam, anlaşılan o ki, kimsenin şimdiye dek hiç ihtimal vermediği kadar sınırsız bir beceriye ve intibak kabiliyetine sahip. Bu çok iyi bir şey, çünkü birazdan göreceğimiz gibi, bizim burada olmamızı pek de istermiş gibi görünmeyen bir dünyada yaşıyoruz.

V

YAŞAMIN KENDİSİ



Evreni ve mimarisinin detaylarını ne kadar incelersem, evrenin bizim gelmekte olduğumuzu bir bakıma bilmiş olması gerektiğini gösteren daha çok kanıt buluyorum.

Freeman Dyson

16

EŞSİZ GEZEGEN

Bir organizma olmak kolay değildir. Şimdilik bildiğimiz kadarıyla bütün evrende, insanlara yaşama olanağı tanıyan tek bir yer var: Samanyolu'nun pek dikkat çekmeyen ve Yerküre diye adlandırılan ücra noktası. Ama Yerküre bile düşmanca davranabilir.

En derin okyanus çukurundan en yüksek dağ doruğuna kadar, bilinen yaşamın neredeyse tamamını içeren kuşak yalnızca yaklaşık 20 kilometre kalınlığındadır: Kozmos genelinin enginliğiyle karşılaştırıldığında çok geniş bir kuşak sayılmaz bu.

İnsanlar için durum daha da kötüdür, çünkü bizler, 400 milyon yıl önce aceleci ama cüretkâr bir kararla denizleri terk etmiş, sürünerek karaya çıkmış, karada yaşamayı ve oksijen solumayı seçmiş bir canlı grubuna aidiz. Dolayısıyla, dünyanın yaşanabilir alanlarının tahminen yüzde 99,5'ten az olmayan bir bölümü, bize tamamen yasaktır.

Sorun yalnızca su içinde nefes alamamamız değildir, sualtındaki basınçlara da dayanamayız. Su havadan yaklaşık 1.300 kat ağır olduğundan, derine inildikçe basınç süratle yükselir: Her 1O metre derinlikte üstümüze bir atmosfere denk basınç biner. Karada, 150 metre yükseklikte bir yerin, sözgelimi Köln Katedrali'nin ya da Washington Anıtı'nın tepesine çıktığınız takdirde basınçtaki değişim algılanamayacak kadar az olacaktır. Sualtındaysa 150 metre derinlikte damarlarınız çökebilir ve ciğerleriniz sıkışarak bir kola kutusunun ortalama boyutlarına inebilir. Ne var ki, insanlar akla zarar bir gönüllülükle, solunum aygıtlarından yararlanmaksızın, sırf "serbest dalış" diye bilinen bir sporun keyfine varabilmek için benzer derinliklere dalarlar. Görünüşe bakılırsa, iç organlan fena halde deforme etme deneyiminin keyif verici olduğu düşünülüyor. (Gerçi galiba daha da keyif verici olanı, yeniden yüzeye çıkıldığında bu organların eski boyutlarına kavuşmasıyla yaşanan duygu.) Gelgelelim, dalgıçların benzer derinliklere ulaşabilmeleri için Üzerlerine ağırlıklar takarak süratle dibe sürüklenmeleri gerekir. Daha önce kimsenin ulaşamadığı bir derinliğe yardım almaksızın dalıp sağ salim geri dönebilen

ve yaşadıklarını anlatabilen ilk kişi, Umberto Pelizzari adında bir İtalyan'dır. Pelizzari 1992'de 72 metre derinliğe daldı ve orada saniyenin milyarda biri kadar kısa bir süre kaldıktan sonra gerisingeri yüzeye döndü. Karada 72 metre yükseklik, bir New York City bloğunun uzunluğundan biraz fazladır. Yani en coşkulu zaferlerimizde bile, denizin derinliklerine egemen olduğumuzu pek iddia edemeyiz.

Derinlerde söz konusu olan basınçlarla başa çıkmayı beceren organizmalar da elbette var. Gerçi onlardan bazılarının bunu nasıl becerdikleri ayrı bir muamma. Okyanusun en derin noktası Pasifik'teki Mariana Çukuru'dur. Okyanus yüzeyinden yaklaşık 11,3 kilometre aşağıdadır. Orada basınç inçkare başına yaklaşık

16.000 librenin üstüne yükselir. Bu derinliğe, dayanıklı bir dalış aracıyla kısa süreliğine de olsa insan yollamayı tek bir defalığına başardık. Ancak orası karidese benzer şeffaf bir tür kabuklu olan ve hiçbir korunmaya ihtiyaç duymadan yaşayabilen amfipod kolonilerinin yuvasıdır. Çoğu okyanus elbette çok daha sığdır, ama 4 kilometrelik ortalama okyanus derinliğinde bile etkili olan basınç, çimento yüklü on dört kamyonun ağırlığı altında ezilmekle birdir.

Okyanusbilim üzerine yazılmış bazı popüler kitapların yazarları dahil hemen herkes, insan vücudunun derin okyanuslardaki muazzam basınçlar altında çöküp dağılacağını farz eder. Ama işin aslı öyle değil anlaşılan. Kendimiz de büyük ölçüde sudan oluştuğumuzdan ve su “hemen hemen sıkıştırılamaz” olduğundan, Oxford Üniversitesi'nden Frances Ashcroft'un sözleriyle, “vücut kendisini çevreleyen suyla aynı basınçta kalır ve derine indiğinde ezilip parçalanmaz.” Sorun, vücudun içindeki, özellikle de ciğerlerdeki gazlardan kaynaklanır. Bunlar basınç altında sıkışır, gerçi sıkışmanın hangi noktada ölümcül hale geldiği bilinmiyor. Kısa süre öncesine kadar, 100 metre kadar derinliğe dalan herkesin, ciğerleri içe doğru patlayacağı ya da göğüs kafesi çökeceği için acıyla kıvranarak öleceği düşünülürdü, ama serbest dalışçılar bunun tam tersini defalarca kanıtladılar. Öyle görünüyor ki, yine Ashcroft'a göre, “insanların balinalara ve yunuslara benzerliği beklenenden çok daha fazla olabilir.”

Yine de aksilik yaratabilecek daha pek çok faktör vardır. Uzun hortumlarla yüzeye bağlanan dalgıç giysilerinin kullanıldığı günlerde

dalgıçlar bazen “sıkışma” diye bilinen dehşet verici bir olay yaşarlardı. Bu olay, yüzey pompalan iflas edip giysi içinde tahripkâr bir basınç düşmesine yol açtığı zaman meydana gelirdi. Hava giysiyi öyle büyük bir şiddetle terk ederdi ki, zavallı dalgıç başlığı ve hortumu tarafından adeta emilirdi. Yüzeye çıkarıldığı zaman “giysinin içinde sadece kemik ve et parçalan kalmış olurdu,” diye yazmıştı J. B. S. Haldane 1947’de, şüphecileri ikna etmek için “Bu gerçekten olmuştur,” diye ekleyerek.

(Sırası gelmişken, 1823’te Charles Deane adında bir İngiliz tarafından tasarlanan başlık aslında dalgıçlar için değil, itfaiyeciler için yapılmıştı. Adı “duman başlığı”ydı, ama metalden yapıldığı için sıcak ve ağırdı. Üstelik Deane’in de çok geçmeden keşfettiği gibi, itfaiyeciler yangın mahallerine girerken özel giysiler kuşanmaya bayılmıyorlardı, hele hele çaydanlık gibi kızan ve hareketlerini iyiden iyiye hantallaştıran bir kılığa girmeye hiç niyetleri yoktu. Yatırımını heba olmaktan kurtarmak isteyen Deane onu sualtında denedi ve gemi kurtarma çalışmaları için ideal olduğu kanısına vardı.)

Ne var ki, derin sulara dalanların en büyük kâbusu vurgun yemektir. Bunun sebebi, vurgunun çok kötü bir deneyim olması değildir (ki kötü olmasına kötüdür elbette), oluşma ihtimalinin çok daha yüksek olmasıdır. Soluduğumuz havanın yüzde 80’i nitrojendir. İnsan vücudunu basınç altına sokarsanız, nitrojen kana ve dokulara geçen minik baloncuklara dönüşür. Basınç (mesela bir dalgıcın yüzeye aşırı hızlı çıkması sonucu) çok çabuk değişecek olursa, vücutta hapis kalan baloncuklar tıpkı yeni açılmış bir şişe şampanya gibi köpürmeye başlayarak ince kan damarlarını tıkayacak, hücreleri oksijensiz bırakacak ve büyük bir acı verecektir. Bu öyle dayanılmaz bir acıdır ki, vurgun yiyenler genellikle ıstıraplarından iki büklüm olurlar. İngilizce’de vurgun anlamına gelen “bends” sözcüğü bu vaziyetten esinlenilmiştir.

Vurgun, dünya kurulalı beri sünger ve inci avcılarının meslek riskleri olagelmişti, ama Batı dünyasında on dokuzuncu yüzyıla kadar fazla ilgi çekmedi, ki o zaman da, hemen hiç ıslanmayan (ya da en azından çok ıslanmayan ve genellikle yalnızca ayak bileklerine kadar suya giren) insanları ilgilendirdi. Bunlar keson işçileriydi. Kesonlar köprü ayaklarının inşaatını kolaylaştırmak için nehir yataklarına kurulan kapalı ve kuru

odacıklardı. Kesonlar sıkıştırılmış havayla doldurulurdu ve çoğu işçi bu suni basınç altında uzun müddet çalıştıktan sonra dışarı çıktığında karıncalanma ve kaşıntı gibi hafif belirtiler gösterirdi. Ama aralarından birkaçının bilinmeyen sebeplerden ötürü daha ısrarlı eklem ağrılarından yakındığı, nadiren ıstırap içinde yığılıp kaldığı ve bazen hiç ayağa kalkamadığı olurdu.

Bu durum tam bir muammaydı. Kimi zaman işçiler kendilerini gayet iyi hissederek yatıp uyurlar, ama uyandıklarında felç geçirmiş olurlardı. Bazen hiç uyanmazlardı. Ashcroft, Thames Nehri altında açılan yeni bir tünelin yöneticileri hakkında bir hikâye anlatır: Yöneticiler tünel inşaatının tamamlanışını kutlamak için bir ziyafet düzenlemişler. Tünelin sıkıştırılmış havası içinde patlattıkları şampanyanın köpürmediğini görünce hayretten donakalmışlar. Halbuki nihayet bir Londra akşamının temiz havasına çıktıkları zaman şampanya derhal baloncuklar üreterekköpürmüş ve hazım sürecini unutulmaz biçimde canlandırmış.

Yüksek basınçlı ortamlara girmekten tamamen kaçınmak dışında, vurgun karşısında güvenilir biçimde başarılı olan sadece iki strateji vardır. Birincisi, basınç değişimlerine yalnızca çok kısa bir süre için maruz kalmaktır. Daha önce sözünü ettiğim serbest dalgıçların olumsuz etkiler görmeksizin 150 metre derine dalıp dönebilmelerinin sım budur. Sualtında, sistemlerindeki nitrojenin dokulara nüfuz etmesine meydan verecek kadar uzun kalmazlar. Öteki çözüm, yüzeye çok dikkatli ve aşamalı olarak çıkmaktır. Böylece nitrojen baloncukları vücuda zarar vermeden dağılır.

Yaşamın olağandışı koşullar altındaki sınırları konusunda bildiğimiz pek çok şeyi, olağanüstü bir baba-oğul ekibine borçluyuz: John Scott ve J. B. S. Haldane'e. İngiliz aydınlarının talepkâr standartlarına göre bile, Haldane'ler çarpıcı derecede eksantrik insanlardı. Baba Haldane 1860'ta aristokrat bir İskoç ailesinin oğlu olarak dünyaya gelmişti (erkek kardeşi Vikont Haldane'di), ama kariyerinin çoğunu Oxford'da fizyoloji profesörlüğü yaparak, nispeten mütevazı çalışmalarla geçirdi. Dalgınlığıyla ünlüydü. Bir defasında, karısı onu yemekli bir davet için üstünü değiştirmek üzere üst kata gönderdiğinde bir türlü geri dönmemiş ve yukarıda pijamalarıyla yatağında uyur vaziyette bulunmuştu. Uyandırıldığı zaman Haldane şöyle açıklamıştı durumu: Bir baktım soyunuyorum, yatma vakti geldi herhalde

diye düşündüm. Tatilden anladığı, madencilerde rastlanan kancalıkurtları incelemek için Comwall'a gitmekti. T. H. Huxley'nin bir süreliğine Haldane'lerle yaşayan romancı torunu Aldous Huxley, *Point Counter Point* (Ses Sese Karşı) adlı romanında, onu bilim adamı Edward Tantamount karakteriyle acımasızca hicvetmiştir.

Haldane'in dalgıçlara armağanı, vurgun yemeden yüzeye çıkabilmek için hangi aralıklarla dinlenmeleri gerektiğini hesaplamak oldu. Ama dağcılarda rastlanan yüksek irtifa hastalığından tutun, çöllük bölgelerde etkili olan güneş çarpması sorununa kadar, fizyolojinin her alanıyla ilgilendi. Toksik gazların insan vücudu üstündeki etkileri bilhassa ilgisini çekerdi. Karbon monoksitin madencileri nasıl öldürdüğünü daha iyi anlayabilmek için bir yandan kendini yöntemli biçimde zehirlerken, bir yandan da kendi kan örneklerini dikkatle ölçümledi. Bundan ancak kas denetimini kaybetmenin eşiğine geldiği ve kanının doygunluk seviyesi yüzde 56'ya ulaştığı zaman vazgeçti. Trevor Norton'ın dalgıçlık tarihini eğlendirici bir üslupla anlattığı *Stars Beneath the Sea* (Denizin Altındaki Yıldızlar) adlı yapıtında belirttiği gibi, bu seviye bir gıdım daha yükselse kesinkes öldürücü olurdu.

Haldane'in oğlu Jack, gelecek kuşaklarca J. B. S. olarak tanınacak müstesna bir çocuk dâhiydi. Babasının çalışmalarıyla ilgilenmeye neredeyse bebek yaşta başladı. Üç yaşındayken babasına "İyi de oksihemoglobin mi, karboksihemoglobin mi?" gibisinden bilmişçe sorular sorduğunu duyanlar olmuştu. Küçük Haldane çocukluğu boyunca babasına deneylerinde yardımcı oldu. Ergenlik çağına geldiğinde, baba oğul sık sık gazları ve gaz maskelerini birlikte denediler, bayılmalarının ne kadar vakit aldığım görmek için birbirlerinin başında nöbet beklediler.

J. B. S., bilim dalında diploması olmadığı halde (klasik öğrenimi Oxford'da tamamlamıştı), özellikle Cambridge'de kendi kendini eğiterek parlak bir bilim adamı oldu. Hayatını zekâ şampiyonlarının arasında geçiren biyolog Peter Medawar onun için "tanıdığım en akıllı adam" demişti. Aldous Huxley,*Antic Hay* adlı romanında genç Haldane'i de tıpkı babası gibi hicvetmiş, ama *Brave New* World (Cesur Yeni Dünya) adlı romanını kurgularken de onun "insanlarda genetik manipülasyon" hakkındaki fikirlerini kullanmıştı. Haldane, daha pek çok başarısının yam sıra,

Darwinci evrim ilkelerinin Gregor Mendel’in genetik çalışmalarıyla birleştirilmesinde ve böylece genetikçiler arasında Modem Sentez diye bilinen kavramın yaratılmasında merkezi rol oynadı.

Haldane, Birinci Dünya Savaşı’nı “çok hoş bir deneyim” olarak gören belki de tek insandı. “insanları öldürme fırsatının pek hoşuna gittiğini” açık açık itiraf ederdi. Kendisi de iki defa yaralanmıştı. Savaştan sonra bilimin halka sevdirilmesine başarıyla katkıda bulunarak (dört yüzü aşkın bilimsel bildirinin yam sıra) yirmi üç kitap yazdı. Kitaplarına ulaşmak her zaman kolay olmasa da, hâlâ son derece akıcı ve eğitici yapıtlardır bunlar. Ayrıca ateşli bir Marksist’ti. Marksistliğinin katıksız bir muhalefet içgüdüsünden kaynaklandığını, Sovyetler Birliği’nde doğmuş olsaydı tutkulu bir monarşist olacağım yarı şaka yarı ciddi önerenler oldu. Zaten makalelerinin çoğu da ilk olarak komünist *Daily* Worker’da yayımlanmıştı.

Babası öncelikle madencilerle ve zehirlenmeyle ilgilenirken, genç Haldane denizaltıcıları ve dalgıçları işlerinin nahoş sonuçlarından kurtarmayı kafasına koymuştu. Amirallik Dairesi’nin finansmanıyla, “basınç kazam” diye adlandırdığı bir basınç azaltma odası yaptırdı. İçine her defasında üç kişinin kapatılarak, hepsi de acı veren ve neredeyse tümü tehlikeli olan çeşitli testlere tabi tutulabileceği metal bir silindirdi bu. Gönüllülerden “anormal atmosfer” solurken buzlu suda oturmaları ya da hızlı basınç değişimlerine maruz kalmaları istenebilirdi. Haldane, deneylerden birinde, neler olacağını görmek için kazanın içine girip basıncı tehlikeli bir hızla yükseltti. Sonuçta dişlerindeki dolgular patladı. “Hemen her deneyin sonunda,” diye yazar Norton, “ya biri havale geçirir, ya yaralanır ya da kusardı.” Oda hemen hiç ses geçirmezdi, dolayısıyla kazanın içindeki deneklerin memnuniyetsizliklerini ya da sıkıntılarım bildirmelerinin tek yolu oda duvarına ısrarla vurmak ya da yazdıkları notları odanın küçük penceresine tutmaktı.

Bir diğer vakada, Haldane oksijen düzeylerini yükselterek kendini zehirlemeye çalışırken öyle şiddetli bir nöbet geçirdi ki birkaç omurunun ezilmesine yol açtı. Ciğerlerin çökme riski denekler için her zaman mevcuttu. Kulak zarlarının patlaması da oldukça sık yaşanan bir şeydi. Gerçi Haldane bir yazısında şu açıklamayla yüreklere su serpiyordu: “zar genellikle iyileşir; delik kaldığı takdirde ise, kişi biraz sağırlaşsa da söz

konusu kulaktan dışarıya tütün dumanı üfleyebilir, ki bu da sosyal bir başarıdır.”

Bu durumun olağanüstü olan yanı, Haldane’in bilim uğruna kendini riske atmaya ve sıkıntı çekmeye gönüllü olması değil, meslektaşlarını ve sevdiklerini de o odaya girmeye ikna etmekte hiç zorlanmamasıydı. Dalış simülasyonuna tabi tuttuğu karısı bir defasında on üç dakika süren bir nöbet geçirmişti. Yerde debelenip duran kadın, nöbeti nihayet sona erince ayağa kaldırılmış ve yemek pişirmesi için eve yollanmıştı. Haldane karşısına her çıkanı hiç çekinmeden teste tabi tutardı. Unutulmaz bir vakada, İspanya’nın eski başbakanlarından Juan Negrin bile onun deneği olmuştu. Dr. Negrin deney sonrasında hafif bir karıncalanmadan ve “dudaklarında acayip bir yumuşama hissinden” yakınmış, ama neyse ki sağ salim kurtulmuştu. Ucuz atlattığını düşünmüş olmalı. Benzer bir deneyde kendini oksijensiz bırakan Haldane’in kalçaları ve sırtının alt kısmı altı sene boyunca hissiz kaldı.

Haldane’in çok sayıdaki spesifik takıntıları arasında nitrojen sarhoşluğu da vardı. Hâlâ pek anlaşılamayan sebeplerden ötürü, nitrojen yaklaşık 30 metreyi aşan derinliklerde insana güçlü bir sarhoşluk duygusu verir. Etkisi altındaki dalgıçların ötelerinden berilerinden geçen balıklara hava hortumlarını ikram ettikleri ya da sigara molası vermeyi denemeye kalktıkları bilinirdi. Ayrıca şiddetli mizaç dalgalanmalarına da sebep olurdu. Haldane, testlerinden birinde, deneğin “depresyonla sevinç arasında gidip geldiğini, kâh kendini ‘çok berbat’ hissettiğini söyleyip basıncın azaltılması için yalvarırken, kâh katıla katıla gülerek yanındaki bilim adamının uygulamaya çalıştığı beceri testini bozmaya yeltendiğini” tespit etmişti. Deneğin sağlık durumundaki kötüleşme hızını ölçmek için, bir bilim adamının da basit birtakım matematiksel testler yapmak üzere gönüllüyle birlikte odaya girmesi gerekirdi. Ama birkaç dakika sonra, Haldane’in sonradan hatırladığı gibi, “o bilim adamı da genellikle denek kadar sarhoş olur ve kronometresini durdurmayı ya da lüzumlu notlar almayı sık sık unuturdu.” Bu sarhoşluğun sebebi hâlâ bir muammadır. Alkol sarhoşluğunu yaratan şeyle aynı olabileceği düşünülüyor, ama alkol sarhoşluğunun sebebini de kimse kesinkes bilmediği için, işin içinden bir türlü çıkılamıyor. Kısacası, çok dikkatli davranmadığınız sürece, yüzey dünyasını terk eder etmez başınızı belaya sokmanız an meselesidir.

Böylece dönüp dolaşıp bölüm başındaki ilk gözlemimize varmış bulunuyoruz: Yerküre bir organizmaya yaşama şansı tanıyan tek yer olsa bile, yaşanması en kolay yer değildir. Yeryüzünün üstünde durulabilecek kadarkuru olan küçük kısmının şaşırtıcı derecede büyük bir bölümü, ya bize faydası dokunamayacak kadar sıcak, ya çok soğuk, ya kurak, ya sarp ya da yüksektir. Kabul etmemiz gerekir ki, bu durum kısmen bizim hatamızdır. Adaptasyon açısından insanlar oldukça şaşırtıcı derecede beceriksizdir. Çoğu hayvan gibi biz de aşırı sıcak yerleri pek sevmeyiz, ama çok terlediğimiz ve güneş çarpmasından kolaylıkla ölebildiğimiz için sıcağa karşı diğer yaratıklardan çok daha hassasız. En kötü koşullar altında yaşam mücadelesi veren, mesela sıcak bir çölde yayan ve susuz kalan çoğu insan en fazla altı yedi saat içinde hezeyan geçirerek yığılıp kalır ve muhtemelen bir daha ayağa kalkamaz. Soğuk karşısında da aynı derecede âciziz. Tüm memeliler gibi insanoğlu da ısı üretmekte başarılıdır, ama neredeyse tüysüz olduğundan ısısını korumayı beceremez. Oldukça ılıman iklimlerde bile, yaktığınız kalorilerin yarısı vücudunuzu sıcak tutmaya gider. Elbette, bu dezavantajlarımızı giyinip örtünerek ve kuytu yerlere sığınarak büyük ölçüde telafi edebiliriz, ama yine de Yerküre’nin yaşamaya uygun bulduğumuz ya da yaşayabildiğimiz bölgeleri oldukça kısıtlıdır: Toplam kara alanının yalnızca yüzde 12’sini ve denizler dahil toplam yüzey alanının yalnızca yüzde 4’ünü içerir.

Bununla birlikte, bilinen evrenin başka yerlerinde geçerli olan koşulları göz önünde bulundurursanız, gezegenimizin ne kadar azını kullanmakta olduğumuza değil, birazını olsun kullanabildiğimiz bir gezegen bulmayı başarmış olmamıza hayret edersiniz. Çoğu yerin, mavi sularla kaplı kendi ılıman gezegenimizden çok daha çetin olduğunu ve canlılara karşı çok daha insafsız davrandığını anlamak için, güneş sistemimizin ya da hatta, kendi tarihinin belli dönemlerinde Yerküre’nin durumuna bakmak yeterli olacaktır.

Şimdiye dek bilim adamları, güneş sistemi dışında var olduğu düşünülen on milyar trilyon kadar gezegenden yalnızca yaklaşık yetmiş tanesini keşfettiler. Dolayısıyla insanların bu konuda otoriter konuşmalar yapmaya pek hakkı yok. Ama görünüşe bakılırsa, yaşam barındırmaya elverişli bir gezegen aradığınız takdirde şansın tamamen sizden yana olması lazım. Üstelik, oluşturmak istediğiniz yaşam düzeyi ne kadar yüksekse, o

kadar daha şanslı olmalısınız. Farklı gözlemciler, Yerküre'de bulduğumuz için şanslı olduğumuz iki düzine kadar avantaj tespit etmişler, ama burada hepsini tek tek ele alamayacağımızdan, bu sayıyı dörde indireceğiz. işte dört şansımız:

Kusursuz konum. Bizler, adeta doğaüstü bir şansla, çok fazla enerji yayabilecek kadar büyük olan, ama kendini çabucak yakıp tüketecek kadar büyük olmayan, doğru türde bir yıldızdan doğru uzaklıktayız. Fiziğin garip bir cilvesi sonucu, yıldız ne kadar büyükse o kadar hızlı yanar. Güneşimiz olduğundan on kat büyük olsaydı, on milyar yıl değil, on milyon yıl sonra sönerdi ve bizler de şu anda burada olamazdık. Yörüngemizin olduğu gibi olmasından dolayı da şanslıyız. Güneşe çok daha yakın bir yörüngede dönseydik, Yerküre üzerindeki her şey buharlaşıp yok olurdu. Çok daha uzak bir yörüngede dönseydik, her şey donup buz keserdi.

1978'de, Michael Hart adında bir astrofizikçi birtakım hesaplar yapıp şu neticeye vardı: Yerküre Güneş'ten yalnızca yüzde 1 daha uzak ya da ona yüzde 5 daha yakın olsaydı yaşanılmaz bir gezegen olurdu. Bu sınırlar yaşama çok fazla şans tanımıyordu, hatta yetersizdi. O zamandan beri, söz konusu oranlar düzeltilmiş ve biraz cömertleştirilmiştir: Yaşanı kuşağımızı tanımlarken "güneşe yüzde 5 daha yakın ve ondan yüzde 15 daha uzak" demenin daha yerinde olacağı düşünülüyor artık, ama bu bile hâlâ çok dar bir kuşak.[1]

Bu kuşağın tam olarak ne kadar dar olduğunu anlamak için tek yapmanız gereken Venüs'e bakmaktır. Venüs Güneş'e bizim olduğumuzdan sadece 25 milyon mil daha yakındır. Güneş'in sıcaklığı bize ulaştığından yalnızca iki dakika evvel Venüs'e ulaşır. Büyüklük ve yapı açısından, Venüs Yerküre'ye çok benzer, ama yörüngesel mesafedeki küçücük bir fark bu iki gezegen arasındaki tüm farklılıkların sebebidir. Anlaşılan, güneş sisteminin ilk yılları sırasında Venüs Yerküre'den sadece biraz daha sıcaktı ve muhtemelen okyanusları vardı. Ama bu birkaç derecelik ekstra sıcaklık Venüs'ün yüzeydeki sularına sahip çıkamayacağı manasına geliyordu ve bu da iklimi açısından feci sonuçlar doğuracaktı. Suyu buharlaşırken, hidrojen atomları uzaya kaçtı ve oksijen atomları karbonla birleşip sera gazı karbondioksitten oluşan yoğun bir atmosfer meydana getirdi. Venüs boğucu bir yer haline geldi. Venüs'ün pofuduk bulutları altında (belki bir tür tropik

yeşillik bile olsa) yaşam barındırıyor olabileceğinin astronomlarca umut edildiği zamanları yaşıtlarım hatırlayacaklardır, ama Venüs'teki ortamın mantık çerçevesi içinde düşünebileceğimiz her tür canlı için aşırı çetin şartlar sunduğunu artık biliyoruz. Yüzeydeki kavurucu sıcaklık 470 santigrat derecedir. Kurşunu bile eritebilecek bir sıcaklıktır bu. Yüzeydeki atmosferik basınç ise Yerküre'dekinin doksan katıdır, yani hiçbir insan vücudunun katlanamayacağı kadar yüksektir. Orayı ziyaret etmemizi mümkün kılacak giysiler üretmek ya da hatta uzaygemileri yapmak için gereken teknolojiden bile yoksunuz. Venüs'ün yüzeyi hakkındaki bilgilerimiz, uzaklardan gelen radar tanımlamalarına ve insansız bir Sovyet uzay aracından alınmış kulak tırmalayıcı birtakım ciyaklamalara dayanıyor. Bu araç 1972'de, dünyaya veri yollayacağı umuduyla Venüs'ün bulutlarına atılmış ve ilelebet susmadan evvel ancak bir saat çalışmıştı.

Anlayacağınız, Güneş'e iki ışık-dakikası yaklaştığınız zaman olacağı budur. Yaklaşacağınıza uzaklaştığınız takdirde sizi bekleyen sorun sıcaklık değil, Mars'ın da buz gibi kanıtladığı gibi, soğukluk olacaktır. Orası da bir zamanlar çok daha sevimli bir yerdi, ama yaşama elverişli bir atmosferi muhafaza edemedi ve işe yaramaz bir buz parçasına dönüştü.

Ama Güneş'ten doğru uzaklıkta olmak tek başına her şeyi açıklayamaz. Öyle olsaydı Ay ormanlık ve hoş bir yer olurdu, ki öyle olmadığı meydanda. Peki bunun için neye ihtiyaç var?

Doğru gezegen türü. Neyi nimetten saydıkları sorulacak olsaydı, birçok jeofizikçinin bile cevaplarına şunu dahil edeceklerini hiç sanmam: içi eriyik haldeki bir gezegende yaşıyor olmak. Ama şu da kesin gözüyle bakılabilecek bir gerçek ki, altımızda fokur fokur kaynayan onca magma olmasaydı bizler de şimdi burada olamazdık. Her şey bir yana, dünyamızın fokurdak içi, bir atmosferin oluşmasına yardımcı olan gaz sızıntılarını yarattı ve kozmik ışınıma karşı kalkan vazifesi gören manyetik alanı oluşturdu. Yüzeyi durmaksızın yenileyen ve kınştıran levha tektoniği de bize onun hediyesidir. Yerküre engebesiz olsaydı, her taraf 4 kilometre derinliğinde bir su kütlesiyle kaplı olurdu. O ıssız okyanusta yaşam yeşerebilirdi belki, ama futbol kesinlikle olmazdı.

Dünyamızın avantajlı bir iç yapısı olduğu gibi, doğru oranlarda doğru elementleri de var. Uzun lafın kısası, doğru malzemeden yapılmışız. Bu

husus varlığımız açısından o kadar kritik bir önem taşıyor ki, onu birazdan daha kapsamlı biçimde ele alacağız. Ama önce geri kalan iki faktör üstünde düşünmemiz gerekiyor, çoğu zaman hafife alınanıyla başlayarak:

Biz bir ikiz-gezegeniz. Normalde Ay'ı bir "yoldaş gezegen" olarak görenler çok fazla değildir, halbuki Ay sahiden de bizim yoldaş gezegenimizdir. Uydular ana gezegenin yanında çoğunlukla minicik kalır. Mars'ın uyduları Phobos ve Deimos mesela, yalnızca yaklaşık 10 kilometre çapındadır. Oysa bizim Ay'ımızın çapı Yerküre'nin çapının dörtte birinden fazladır. Bu da dünyamızı güneş sisteminde kendine oranla büyücek bir uyduya sahip tek gezegen yapar. (Plüton bu genellemenin dışında kalır, ki aslında o da Yerküre'yle aynı kefeye konulamaz, çünkü Plüton'un kendisi de zaten çok ufaktır.) Ve işte bu durum bizim için büyük fark yaratır.

Ay'ın sabitleyici etkisi olmasaydı, Yerküre durmaya yüz tutmuş bir topaç gibi yalpalardı. Bunun iklim ve hava durumu üzerindeki etkileriniyse ne siz sorun ne ben söyleyeyim. Ay'ın sabit kütleçekimsel etkisi sayesinde Yerküre doğru hızda ve doğru açıyla dönmeye devam eder ve böylece yaşamın uzun ve başarılı gelişimi için gereken istikrar sağlanmış olur. Ama bu sonsuza dek böyle gitmeyecek. Ay, yılda yaklaşık 4 santimetrelik bir hızla elimizden kaçıyor. Önümüzdeki iki milyar yıl içinde bizi sabitleyemeyecek kadar uzaklaşmış olacak ve biz de başka bir çözüm düşünmekzorunda kalacağız. Ama o zamana kadar Ay'ın geceleri gökyüzünü süsleyen güzel bir cisimden ibaret olmadığını hatırlamakta fayda var.

Uzunca bir süre için, astronomlar Ay'ın ve Yerküre'nin ya birlikte oluştuğunu ya da Yerküre'nin sürüklenirken Ay'ı kendine tutsak ettiğini varsaydılar. Şimdiyse, önceki bölümlerden hatırlayacağınız gibi, yaklaşık 4,5 milyar yıl önce Mars büyüklüğünde bir cismin Yerküre'ye çarptığına ve bu çarpışma sonucunda Ay'ı oluşturmaya yetecek miktarda maddenin moloz halinde uzaya saçıldığına inanıyoruz. Bu olay bizim için besbelli çok hayırlı olmuş. Ama çok uzun zaman önce olduğu için daha da şanslıyız. l896'da ya da geçen çarşamba günü olmuş olsaydı bizi pek mutlu etmeyeceği çok açık. Bu da bizi dördüncü ve pek çok yönden en hayati faktörümüze getiriyor:

Zamanlama. Evren şaşılası ölçüde değişken ve hareketli bir yerdir. Bizim bu evrendeki varlığımızsa tam bir mucizedir. 4,6 milyar yıl öncesine uzanan son derece uzun ve kompleks bir olaylar zinciri belli zamanlarda belli olaylarla devam etmeseydi (açık bir örnek vermek gerekirse, dinozorlar bir zamanlar bir meteor yüzünden yeryüzünden silinmeseydi mesela), birkaç santim boyunda, fare gibi bıyıklı ve kuyruklu bir yaratık da pekâlâ olabilirdiniz ve bu satırları bir fare deliğinin içinde okurdunuz.

Bundan çok da emin olamayız aslında, çünkü varlığımızı varlığıyla mukayese edebileceğimiz başka hiçbir canlı yoktur. Ama şunu söylemek hiç yanlış olmaz: Az çok gelişmiş, düşünen bir topluluk haline gelmek istiyorsanız, yeterince uzun istikrar dönemleri içeren çok uzun bir olaylar zincirinin doğru ucunda olmalısınız. Bu istikrar dönemlerinde, hayat şartları tam tamına doğru miktarlarda sıkıntı ve stresle zorlaştırılmış olmalı, ama çok büyük felaketler asla meydana gelmemeli. (Buzul çağları bizim için hayatı epey zorlaştırmıştır herhalde.) Kitabın geri kalan kısmında göreceğimiz gibi, kendimizi böyle bir konumda bulduğumuz için çok şanslıyız.

Ve bunun da altını çizdikten sonra, isterseniz şimdi de bizi oluşturan elementlere kısa bir süre için geri dönelim.

Yerküre'de doğal yollarla oluşan doksan iki element ve laboratuvarlarda yaratılmış yirmi kadar element daha vardır, ama bunlardan bazılarını bir çırpıda kenara itebiliriz, ki aslında kimyacılar da genellikle öyle yaparlar. Dünyevi elementlerimizin şaşırtıcı derecede az tanınanları hiç de azımsanamayacak sayıdadır. Astatin mesela, hemen hiç incelenmemiştir. Periyodik tabloda bir adı ve yeri vardır: Marie Curie'nin polonyumunun yanı başındadır. Ama başkaca hiçbir şeyi yok gibidir. Sorun bilim adamlarının ihmali değil, elementin az bulunurluğudur. Ortalıkta çok fazla astatin yoktur, hepsi bu. Ama görünüşe bakılırsa elementlerin en ele geçirilmezi fransiyumdur. Fransiyum o kadar ender rastlanan bir elementtir ki gezegenimizin tamamının her zaman için yirmiden daha az fransiyum atomu içeriyor olabileceği düşünülmektedir. Bütün doğal oluşumlu elementlerin yaklaşık olarak yalnızca otuzu Yerküre'de bol bol bulunur ve bunlardan belki ancak altı tanesi yaşam için merkezi önem taşır.

Tahmin edebileceğiniz gibi, oksijen en bol bulunan elementimizdir. Yerkabuğunun yüzde 50’den biraz azını oksijen oluşturur, ama bolluk açısından oksijenden sonra gelen elementler çoğu kez şaşırtıcıdır. Mesela silikonun Yerküre’de en bol bulunan ikinci element olduğunu kim tahmin edebilir? Ya da titanyumun onuncu sırada olduğunu? Elementlerin dünyadaki bolluk derecelerinin onlara aşinalığımızla ya da onları kullanımımızla çok az alakası vardır. En az bilinen elementlerden birçoğu aslında daha iyi bilinenlerden daha boldur. Yerküre’de bakırdan çok seryum vardır, kobalt ya da nitrojenden çok lantan vardır. Praseodim, samaryum, gadolinyum ve disprosyum gibi adı sanı bilinmeyen elementlerle aşık atamayan kalay, ilk elliye girmeyi zor başarır.

Bolluğun tespit kolaylığıyla da çok az ilgisi vardır. Alüminyum Yerküre’de en çok bulunan dördüncü elementtir ve ayaklarınızın altındaki her şeyin neredeyse onda birini oluşturur. Ama on dokuzuncu yüzyılda Humphry Davy tarafından keşfedilene dek varlığından şüphelenilmemişti bile. Keşfedildikten sonra da uzunca bir müddet nadide ve kıymetli sayıldı. Kongre, Amerika Birleşik Devletleri’nin ne klas ve bayındır bir ülke olduğunu göstermek için, az kalsın Washington Anıtı’nın tepesini parıl parıl alüminyum folyoyla kaplatacaktı. Aynı dönemde Fransız imparatorluk ailesi de şahane gümüş çatal-bıçak takımından vazgeçip alüminyum bir takım kullanmaya başladı. Bıçaklar iyi kesmese de moda almış yürümüştü.

Bolluğun önemle de alakalı olması gerekmez. Karbon en bereketli elementler arasında yalnızca on beşinci sırada yer alır ve yerkabuğunun çok mütevazı bir kısmını (yüzde 0,048’ini) oluşturur, ama karbon olmasaydı hepimiz mahvolmuştuk. Karbon atomunu diğerlerinden ayıran, her önüne gelenle utanmazca ilişkiye girmesidir. Karbon, atom dünyasının zamparasıdır. Kendi cinsi dahil bir sürü atoma askıntı olur, avım tuttu mu bırakmaz ve böylece halay ekibi gibi sıralanmış son derece sağlam moleküler diziler oluşturur: Protein ve DNA inşası için gerekli olan doğa oyununun ta kendisidir bu. Paul Davies’in yazmış olduğu gibi: “Karbon olmasaydı, bildiğimiz anlamda yaşam var olamazdı. Belki her tür yaşamın varlığı imkânsızlaşırdı.” Buna karşın, karbona hayati açıdan son derece bağımlı olan insanlarda bile çok bol karbon bulunmaz. Vücudunuzdaki her 200 atomdan 126’sı hidrojen, 51’ i oksijen ve yalnızca 19’u karbondur.[2]

Diğer elementler yaşamın doğuşu için değil, devamı için kritik önem taşır. Hemoglobin üretmek için demire ihtiyacımız vardır, demirsiz kalırsak ölürüz. Kobalt, B12 vitaminin oluşumu için gereklidir. Potasyum ve çok az miktarda sodyum sinirlerinize iyi gelir. Molibden, manganez ve vanadyum enzimlerinizin işler durumda kalmasını sağlar. Çinkoysa, elleri dert görmesin, alkolü okside eder.

Bu elementleri kullanmak ya da tolere etmek üzere evrimleşmişiz, aksi takdirde bugün burada zor olurduk. Ama yine de, hayatta kalmak için almamız gereken element miktarları hayli sınırlıdır. Selenyum hepimiz için hayati önem taşır, ama gereken dozu biraz olsun aşmanın bedelini canımızla ödeyebiliriz. Organizmaların belirli elementlere gereksinim duyma ya da tolerans gösterme dereceleri onlara evrimlerinden yadigârdır. Koyunlar ve sığırlar artık yan yana otluyor, ama mineral gereksinimleri çok farklı aslında. Modem sığırlar bol miktarda bakıra ihtiyaç duyar, çünkü onlar Avrupa ve Afrika'nın bakır açısından zengin bölgelerinde evrimleşti. Koyunlarsa Küçükasya'nın bakır açısından fakir bölgelerinde evrimleşti. Elementlere tolerans gösterme derecemizin ekseriyetle onların yerkabuğundaki bolluklarıyla doğru orantılı olması hiç şaşırtıcı değildir. Yediğimiz et ya da lifte az miktarlarda biriken nadir elementlere tolerans göstermek, hatta bazen gereksinim duymak üzere evrimleştik. Ama bazen çok küçük bir doz aşımı bile bizi ölümün eşiğine sürükleyebilir. Bu mesele henüz bütünüyle açıklığa kavuşturulmuş değildir. Mesela minik bir miktar arseniğin sağlığımız için gerekli olup olmadığını kimse bilmiyor. Bazı otoriteler gerekli olduğunu, bazılarıysa olmadığını söylüyor. Kesin olan tek şey arseniğin çok fazlasının ölüme yol açabileceği.

Elementler birleştikleri zaman daha da tuhaf özellikler kazanabilir. Oksijen ve hidrojen mesela, etrafımızdaki en ateş-dostu elementlerden ikisidir, ama bir araya geldiklerinde yanıcı olmayan suyu oluştururlar.[3] Birleştiği zaman tuhaflaşan elementler arasında, tüm elementlerin en kararsızlarından biri olan sodyum ve en toksiklerinden biri olan klor da vardır. Bildiğimiz suya küçük bir parça saf sodyum atarsanız öldürücü bir kuvvetle patlar. Klorun adı, tehlikelilik açısından daha da kötüye çıkmıştır. Küçük yoğunluklarda kullanıldığı zaman mikroorganizmaları yok etmeye yaradığı halde (çamaşır suyunda kokusunu aldığınız şey klordur), fazlası öldürücüdür. Klor, Birinci Dünya Savaşı'nda kullanılan birçok zehirli gazın

üretiminde tercih edilen elementti. Ve havuzda gözleri yanan her yüzücünün doğrulayacağı gibi, klor aşırı derecede seyreltilmiş haldeyken bile insan vücudunun hazzetmediği bir şeydir. Kaldı ki, bu iki nahoş elementi bir araya getirirseniz ne elde edersiniz? Sodyum klorür: bildiğimiz sofra tuzu yani.

Ekseriyetle, bir element doğal yollarla sistemimize giremiyorsa, suda eriyebilen cinsten değilse mesela, onu tolere edemeyiz. Kurşun bizim için zehirlidir, çünkü gıda kaplarında ve sıhhi tesisat borularında kurşun kullanılmaya başlanmadan evvel ona maruz kalmıyorduk. (Kurşunun Pb sembolüyle temsil edilmesi tesadüf değildir. Pb sıhhi tesisat anlamındaki Latince *plumbus* sözcüğünden gelir.) Romalılar da şaraplarını kurşunla tatlandırırlardı, eskisi kadar güçlü olmamalarının sebeplerinden biri de bu olsa gerek. Başka bir bölümde ele aldığımız gibi, kurşun yüzünden kendi başımıza ördüğümüz çorapların şakaya gelir yanı yoktur. (Cıvayı, kadmiyumu ve kendimizi maruz bırakmayı âdet haline getirdiğimiz tüm diğer endüstriyel kirleticileri saymaya gerek bile görmüyorum.) Doğal yollarla yeryüzünde oluşmamış elementlere hiç tolerans göstermemek üzere evrimleştik. Dolayısıyla bunlar bizim için genellikle aşırı derecede zehirlidir, tıpkı plütonyum gibi. Plütonyuma toleransımız sıfırdır: Sizde uzanıp dinlenme isteği uyandırmayacak hiçbir plütonyum düzeyi yoktur.

Evet, sizi nerelerden alıp nerelere getirdim, hem de sırf şu küçük noktaya parmak basmak için: Yerküre’nin bu denli mucizevi bir munislik sergiler gibi görünmesinin en büyük sebebi, bizim onun koşullarına uyum sağlamak üzere evrimleşmiş olmamızdır. Bizde hayret uyandıran şey, onun yaşama elverişli olması değil, *bizi* yaşatmaya elverişli olmasıdır, ki bunda şaşacak bir şey de yoktur aslında. Belki de dünyayı bu kadar muhteşem bulmamıza sebep olan şeylerden pek çoğu, mesela Güneş’le aramızdaki mesafenin mükemmelliği, Ay’ımızın müşfikliği, karbonun sokulganlığı, magmanın ele avuca sığmazlığı, onlara bel bağlamak üzere yaratılmış olduğumuz için muhteşem görünüyordur bize. Kim bilir?

Belki başka dünyalarda, gümüş renkli cıva göllerine ve gökyüzünde dolanan amonyak bulutlarına minnettar olan canlılar yaşıyordur. Gezegenlerinin levha sürtünmeleriyle zangır zangır sarsılmak ya da yüzeye kızgın lavlar püskürtmek yerine, tektoniklikten uzak, daimi bir sükunet

içinde var olması onları ihya ediyor olabilir. Bizlerse, herhangi bir reaksiyona girmeye hiç yanaşmayan nitrojenden ve ateş-severliği yüzünden bizi delidolu etkilerinden korunak için şehirlerimizin her köşesine itfaiyeler kurmak zorunda bırakan oksijenden oluşan bir atmosferde yaşıyoruz. Yerküre'yi ziyaret eden her uzaylının bunu anlayınca biraz olsun şaşıracağına emin olabilirsiniz. Ama ziyaretçilerimiz kendi gezegenlerinde de alışveriş nıerkezleri kurmuş, aksiyon filmlerini çok ı;even *ye oksijen soluyan ayaklılar olsalar bile, Yerküre'yi yaşamak için ideal yer olarak görmeleri pek olası değildir. Onlara yemek bile ikram edemeyiz, çünkü bizim gıdalarımız manganez, selenyum, çinko ve diğer elementsel parçacıklar içerir ve bunların en azından bir kısmı onlar için zehirli olacaktır. Dünyamızı hiç de harikulade lütufkâr bulmayabilir onlar.

Fizikçi Richard Feynman, *aposteriori*[31]saptamalar hakkında şöyle bir espri yapardı: “Biliyor musunuz, bu akşam akıl almaz bir şey geldi başıma,” derdi. “Plakası ARW 357 olan bir araba gördüm. Düşünebiliyor musunuz? Bu akşam eyaletteki onca plaka arasından o müstesna plakayı görme olasılığım ne kadardı acaba? İnanılır gibi değil doğrusu.” Anlatmak istediği elbette şuydu: Her olağan durumu olağanüstü göstermek kolaydır, yeter ki onu kaderin bir cilvesiymiş gibi düşünün.

Demek ki yeryüzünde yaşamın doğuşuna önayak olan olay ve koşulların, olduğunu düşünmekten hoşlandığımız kadar olağanüstü olmaması da mümkün. Yine de yeterince olağanüstüydüler ve kesin olan bir şey var: Daha iyisini bulana dek onlarla yetinmek zorundayız.

17

TROPOSFER VE ÖTESİ

Tanrı'ya şükür, atmosferimiz var. Bizi sıcak tutuyor. O olmasaydı dünyamız ortalama eksi 50 santigrat derece sıcaklığında, cansız bir buz topu olurdu. Atmosfer uzaydan gelen kozmik ışınlan, elektrik yüklü parçacıkları, ültraviyole ışınlarını ve benzeri etkileri de emer ve saptırır. Atmosferin gazlı dolgusunun tamamı 4,5 metre kalınlığında koruyucu bir beton kalkanına eşittir. O olmasaydı uzaydan gelen bu görünmez konuklar minik hançerler gibi saplanırdı bedenlerimize. Atmosferin yavaşlatıcı direnci olmasaydı, yağmur damlaları bile tepemize balyoz gibi inerdi.

Atmosferimizin en çarpıcı özelliği çok kalın olmamasıdır. Göğe doğru yaklaşık 190 kilometre boyunca uzanır. Yer seviyesinden bakıldığında göze yeterince dolgun görünebilecek bir kalınlıktır bu, ama dünyayı standart bir masaüstü yerküresi kadar küçültecek olsanız, atmosfer ancak birkaç kat vernik kalınlığına iner.

Bilimsel açıdan pratik olsun diye, atmosfer farklı kalınlıklarda dört katmana bölünmüştür: troposfer, stratosfer, mezosfer ve (günümüzde çoğu zaman termosfer diye adlandırılan) iyonosfer. Troposfer, bizim için atmosferin en kıymetli kısmıdır. Yerden yükseldikçe yaşama elverişli nitelikleri süratle azalmakla birlikte, yaşamamızı mümkün kılacak miktarda ısı ve oksijeni tek başına içerir. Troposferin (ya da "döner-küre"nin), yer seviyesinden doruk noktasına kadar olan yüksekliği, ekvatorda yaklaşık 16 kilometre, çoğumuzun yaşadığı ılıman enlemlerdeyse en fazla 10-11 kilometredir. Bu ince ve zayıf katman, atmosferin kütlesinin yüzde seksenini, suyun neredeyse tamamını ve dolayısıyla meteorolojik olayların hemen hepsini içerir. Yani uzay boşluğuyla aramızda pek bir şey yoktur aslında.

Troposferin ötesinde stratosfer vardır. Bir fırtına bulutunun giderek yassılaşarak klasik örs şeklini aldığını her gördüğünüzde, troposferle stratosfer arasındaki sınıra bakıyor olursunuz. Bu görünmez tavan, tropopoz olarak bilinir ve 1902'de Leon-Philippe Teisserenc de Bort adında bir Fransız tarafından, bir balondan keşfedilmiştir. Tropopoz terimindeki *poz* eki geçici bir duraklamayı değil, tam bir duruşu ifade eder; *menopoz*' la aynı Yunanca kökten gelir. En yüksek noktasında bile, tropopoz çok uzağımızda değildir. Modern gökdelenlerde kullanılanlara benzer, süratli bir asansör sizi yaklaşık yirmi dakikada oraya ulaştırabilir. Gerçi böyle bir yolculuğa kalkışmamanız kuvvetle tavsiye olunur. Böylesine süratli bir yükseliş, basınç ayarı sağlanmadan gerçekleştirildiği takdirde, en iyi ihtimalle ciddi beyin ve akciğer ödemlerine, vücut dokularında tehlikeli bir sıvı artışına sebep olur. Asansörün kapıları seyir terasına açıldığı zaman, içerideki her kimse ya ölmüş ya da ölmek üzere olacaktır. Daha tedbirli bir yükseliş bile oldukça ciddi rahatsızlıklar doğurur. 1O kilometre yukarıda sıcaklık eksi 57 santigrat dereceye düşebilir. Orada oksijen takviyesine de ihtiyacınız olacaktır ya da en azından, oksijen aldığınız takdirde rahatlarsınız.

Troposferi terk ettikten sonra hava çok geçmeden yeniden ısınır. Ozonun emici etkileri sayesinde sıcaklık yaklaşık 4 santigrat dereceye yükselir. (De Bort'un 1902'deki cesur gözlemleri sırasında yaptığı keşiflerden bir diğeri de budur.) Sonra mezosferde aniden eksi 90 santigrat dereceye kadar düşer ve termosfere geçildiğinde ok gibi fırlayarak en az 1.500 santigrat dereceye yükselir. Kendine çok yakışan bir adı olan termosferin sağı solu hiç belli olmaz, orada gündüzden geceye en az 500 derecelik sıcaklık farkları oluşabilir. Gerçi böyle bir yükseklikte "sıcaklık" kavramının biraz itibari bir nitelik kazandığını da unutmamak gerekir. Sıcaklık aslında moleküler aktivitenin bir ölçüsü olmaktan ibarettir. Deniz seviyesinde hava molekülleri o kadar yoğundur ki, bir molekül başka bir moleküle toslamadan çok az (kesin konuşmak gerekirse, santimetrenin milyonda sekizi kadar) hareket edebilir. Trilyonlarca molekül durmaksızın çarpışıyor olduğundan, çok fazla ısı alışverişi olur. Halbuki termosfer yüksekliğinde, yani 80 kilometre ve ötesinde, hava o kadar incedir ki herhangi iki molekül birbirinden kilometrelerce ayrı düşer ve birbirlerine dokunma ihtimalleri yok denecek kadar azalır. Neticede, moleküllerden her biri gayet sıcak olduğu halde aralarında çok az etkileşim ve dolayısıyla çok az ısı alışverişi olur. Bu durum, uydular ve uzay-gemileri için iyi haberdir, çünkü ısı alışverişi daha yoğun olsaydı o düzeyde yörüngeye giren insan-yapımı her cisim derhal alev alırdı.

Yine de uzaygemilerinin atmosferin dış katmanlarında dikkatli davranması gerekir, özellikle de Yerküre'ye geri dönerken. Uzay mekiği *Columbia* bunu Şubat 2003 'te trajik biçimde gözler önüne sermiştir. Atmosfer çok ince olduğu halde, bir uzay taşıtı aşırı dik (yaklaşık 6 dereceden fazla) bir açıyla ya da aşırı süratli biçimde atmosfere girdiği takdirde yeterince fazla sayıda moleküle çarparak son derece yanıcı bir direnç yaratabilir. Uzaydan gelen bir taşıt termosfere aşırı sığ bir açıyla girdiği takdirdeyse tam tersine, gerisingeriye uzaya sekmesi mümkündür, tıpkı denizin üstünde sektirilen bir taş gibi.

Ama yer seviyesine ne umutsuzca bağımlı yaratıklar olduğumuzu hatırlamak için atmosferin öteki ucuna gitmenize hiç gerek yok. Yüksek bir kentte vakit geçirmiş herkesin bileceği gibi, vücudunuzun protesto eylemlerine başlaması için deniz seviyesinden yüzlerce metre yukarıya çıkmanız şart değildir. Deneyimli dağcılar bile, form, idman ve şişelenmiş

oksijen gibi avantajlardan yararlandıkları halde, yükseklerde zihin bulanıklığına, mide bulantısına, bitkinliğe, soğuk ısırmasına, düşük vücut ısısına, migrene, iştah kaybına ve hayatı zorlaştıran daha pek çok fonksiyon bozukluğuna maruz kalırlar. İnsan vücudu, deniz seviyesinden bu kadar yukarılarda yaşamak için tasarlanmadığını sahibine son derece etkili yollarla hatırlatır.

Dağcı Peter Habeler, Everest'in tepesindeki koşullan anlatırken, "En olumlu şartlar altında bile," diye yazmıştır, "o yükseklikte atacağınız her adım müthiş bir çaba gerektirir. Orada en ufak bir hareket için bile dişinizi tırnağınıza takmak zorundasınız. Kurşun gibi ağır, ölümcül bir yorgunluğun tehdidini her an ensenizde hissedersiniz." İngiliz dağcı ve film yapımcısı Matt Dickinson, *The Other* Side *of Everest*(Everest'in Öbür Tarafı) adlı yapıtında, Howard Somervell'in 1924'teki Everest seferinde "iltihaplı bir et parçası yerinden kopup nefes borusunu tıkadığı zaman boğularak ölmesine nasıl ramak kaldığını" anlatır. Somervell, insanüstü bir gayretle, boğazını tıkayan şeyi öksürerek dışan atmayı başarır. O şeyin "gırtlağındaki mukozanın tamamı" olduğu sonradan anlaşılır.

7.500 metreden yukarısı, dağcılar arasında Ölüm Kuşağı diye bilinir ve insan vücuduna verdiği sıkıntılarla dillere destan olmuştur, ama çoğu insan 4.500 metreden yukarıya çıkar çıkmaz güçten düşer, hatta tehlikeli biçimde hastalanır. Hassasiyetin formla çok az alakası vardır. Bazen pinpon haminneler yüksek yerlerde neşeyle hoplayıp zıplarken, torunları yaşındaki genç ve diri insanların aşağıya indirilene kadar âciz bebeler gibi inledikleri olur.

İnsan vücudunun hayatta kalmak için tolere edebileceği azami yükseklik sının görünüşe bakılırsa yaklaşık 5.500 metredir, ama yükseklerde yaşamaya alışkın insanlar bile böyle yüksekliklere uzun müddet tahammül edemezler. Frances Ashcroft'un *Life at the Extremes'de* belirttiği gibi, And Dağlan'nın 5.800 metre yüksekliklerinde kükürt madenleri vardır, ama madenciler sürekli olarak bu yükseklikte yaşamaktansa, her akşam 460 metre aşağıya inip sabah yeniden yukan tırmanmayı yeğlerler. Yükseklerde yaşamaya alışkın insan nesillerinin anormal büyüklükte göğüs kafesleri ve akciğerler geliştirerek kanlarındaki oksijen taşıyıcısı alyuvarların yoğunluğunu neredeyse üçte bir oranında

artırmaları genellikle binlerce yıl almıştır. Gerçi kanın böyle bir alyuvar yoğunlaşmasına dayanıklılığı da sınırlıdır. Dahası, 5.500 metrenin üstündeki yüksekliklerde, koşullara en iyi uyum sağlamış kadınlar bile karınlarındaki bebeklere gelişimlerini gerektiği gibi tamamlamalarına yetecek miktarda oksijen temin edemezler.

1780'lerde insanlar Avrupa'da deneysel balon uçuşları yapmaya başladıklarında, onları şaşırtan şeylerden biri de yükseldikçe havanın ne denli soğuduğuydu. Her 1.000 metrelik tırmanışta sıcaklık 1,6 santigrat derece azalır. Bir ısı kaynağına yaklaştıkça sıcaklığın artacağını düşünmek, ilk bakışta mantıklı görünmekle birlikte yanlıştır. Çünkü yeryüzünde sizi Güneş'e en çok yaklaştırabilecek yükseklikler bile sıcaklığı daha yoğun hissetmenizi sağlamaya yetmez. Güneş 93 milyon mil uzaktadır. Ona birkaç yüz metre yaklaşmak, Ohio'da yaşayan birinin Avustralya'daki bir orman yangınına bir adım yaklaşıp dumanın kokusunu almayı beklemesiyle birdir. Bu cevap bizi yine atmosferdeki molekül yoğunluğu meselesine geri döndürür. Güneş ışığı atomlara enerji verir. Onları hareketlendirir ve atomlar da hareketlendikleri zaman birbirlerine çarparak ısı açığa çıkarırlar. Bir yaz günü güneşin sıcaklığını sırtınızda hissettiğinizde, hissetmekte olduğunuz şey uyarılmış atomlardır aslında. Ne kadar yükseğe tırmanırsanız, havadaki molekül sayısı o kadar azalır, dolayısıyla aralarındaki çarpışmalar da seyrelir.

Hava aldatıcı bir şeydir. Deniz seviyesindeyken bile havanın ince ve neredeyse ağırlıksız olduğunu düşünmeye eğilimliyiz. Oysa hava epey hacimlidir ve bu hacim bize kendini sık sık hissettirir. Denizbilimci Wyville Thomson'ın bir yüzyılı aşkın zaman önce yazmış olduğu gibi: "Bazen sabah kalktığımız zaman, barometrenin birkaç santim yükseldiğini görerek, gece boyu neredeyse yarım tonluk basıncın üstümüze sessizce binmiş olduğunu anlarız. Ama herhangi bir rahatsızlık duymayız; tam tersine, daha yoğun ortamlarda vücutlarımızı hareket ettirmek için daha az kuvvet sarf etmek gerektiğinden, bedenimizde bir canlanma ve hafıfleme hissederiz." O ekstra yarım tonluk basınç altında ezilmişlik hissetmemenizin sebebi, vücudunuzun denizin derinliklerinde ezilmemesinin sebebiyle aynıdır: Vücudun büyük bölümü, basıncı geri iterek iç ve dış basınçları dengeleyen, sıkıştırılamaz sıvılardan oluşur.

Ama hava bir fırtınayla ya da hatta sert bir esintiyle hareketlendiği zaman, hatırı sayılır bir kütlesi olduğunu çabucak hatırlatır bize. Etrafımızda toplam olarak yaklaşık 5 .200 milyon milyon ton hava vardır. Gezegenin her kilometrekaresine yaklaşık 9,6 milyon ton hava düşer. Hiç de yabana atılır cinsten bir hacim değildir bu. Milyonlarca ton hacminde havanın saatte 50 veya 60 kilometre hızla estiği zaman ağaçlan devirip çatılan uçurduğuna şaşmamak lazım. Anthony Smith'in belirttiği gibi, tipik bir hava cephesi bir milyar ton sıcak havanın altına ılişmiş 750 milyon ton soğuk havadan oluşabilir. Sonucun zaman zaman meteorolojik açıdan nefes kesici olması pek sürpriz sayılmaz.

Başlarımızın üstündeki dünyada hiç elektrik kesintisi olmadığı kesin. Tek bir boranın[4] bütün Amerika Birleşik Devletleri'nin dört günlük elektrik sarfiyatına eşit miktarda enerji içerebileceği hesaplanmıştır. Gereken koşullar oluşursa, fırtına bulutlan 10 ila 15 kilometre yukarıya yükselebilir ve saatte 150 kilometreyi aşan hızlarla yukarıya ve aşağıya doğru esen hava akımları içerebilir. Bunlar çoğunlukla yan yana hareket eder, pilotlar da işte bu yüzden fırtına bulutlarının içinden geçmek istemez. İçerideki hengâmede, bulut içindeki parçacıklar elektrik yüklenir. Tam olarak anlaşılamayan sebeplerden ötürü, daha hafif parçacıklar pozitif elektrik yüklenmeye ve hava akımları tarafından bulutun üst tarafına götürülmeye eğilimlidir. Daha ağır parçacıklar bulutun alt tarafında kalarak negatif elektrik yüklenir. Bu negatif yüklü parçacıklar pozitif yüklü Yerküre'ye hücum etmeyi kuvvetle arzular. Önlerine çıkanın vay haline. Bir yıldırım, saatte

435.000 kilometre hızla ilerler ve etrafındaki havayı ısıtıp güneş yüzeyinden birkaç kat yüksek bir sıcaklığa, 28.000 santigrat derece gibi net bir kavuruculuğa yükseltebilir. Küre etrafında her an 1.800, her gün 40.000 kadar boran işbaşındadır. Gece gündüz gezegenin her yanına her saniye aşağı yukan yüz yıldırım düşer. Gökyüzü çok hareketli bir yerdir.

Göklerde olup bitenler hakkındaki bilgilerimizin çoğu, şaşırtıcı derecede yenidir. Genellikle yaklaşık 9.000 ila 10.000 metre yükseklikte ortaya çıkan jet akıntılan[5] saatte 300 kilometreye varan hızlarla eserek, koca kıtalar üstündeki hava sistemlerini geniş çapta etkiler. Ne var ki, pilotlar İkinci Dünya Savaşı sırasında jet akıntılarının içine dalmaya başlayana dek

onların varlığından bile habersizdik. Atmosferik olayların pek çoğunu günümüzde bile yeterince iyi anlayamıyoruz. Popüler tabiriyle “açık hava türbülansı” diye bilinen bir tür dalga hareketi uçak yolculuklarına renk katar. Bu türden vakalann yılda yirmi tanesi, pilotlar tarafından merkeze bildirilmesi gerekecek kadar ciddidir. Bunlar ne bulut yapılarıyla, ne de gözle veya radarla tespit edilebilen herhangi bir başka şeyle alakalıdır. Durgun göklerin ortasına pusu kurmuş türbülans boşluklarından ibarettir. Tipik bir vakada, Singapur’dan Sidney’e gitmekte olan bir uçak, Orta Avustralya üzerinde sakin koşullar altında uçmaktayken ansızın 90 metre alçaldı: Kemerleri bağlı olmayan yolcuları tavana yapıştıracak kadar ani bir alçalıştı bu. Biri ağır olmak üzere on iki kişi yaralandı. Böylesine yıkıcı hava hücrelerine neyin yol açtığı bilinmiyor.

Havayı atmosferde dolaştıran süreç, gezegenin iç motorunu çalıştıran süreçle aynıdır: konveksiyon (yani taşınım). Ekvator bölgelerinden yükselen nemli ve ılık hava tropopoz bariyerine çarpıp yayılır. Ekvatordan uzaklaşıp soğudukça, hızla alçalır. Dibe vurduğunda, çöken havanın bir kısmı kendine doldurabileceği alçak basınçlı bir alan arar ve yeniden ekvatora yönelerek çevrimi tamamlar.

Ekvatorda konveksiyon süreci genellikle kararlı, hava tahmin edilebilir derecede dengelidir. Ama ılıman kuşaklarda çok daha mevsimsel, yöresel ve rasgele modeller hüküm sürer, bu da yüksek ve alçak basınçlı hava sistemleri arasında bitmek bilmeyen bir savaşla sonuçlanır. Alçak-basınç sistemleri havanın yükselmesiyle yaratılır. Yükselen hava, su moleküllerini gökyüzüne taşıyarak bulutları ve nihayetinde yağmuru oluşturur. Ilık hava serin havadan daha fazla nem tutma kapasitesine sahiptir, tropik fırtınaların ve yaz yağmurlarının genellikle daha şiddetli geçmesinin sebebi budur. işte bu yüzden, alçak bölgeler ekseriyetle bulutlu ve yağmurlu, yüksek bölgelerse ekseriyetle günlük güneşlik ve bulutsuzdur. Böyle iki sistem karşılaştığı zaman bu durum çoğu zaman bulutlarda kendini belli eder. Örneğin stratus bulutları (hani şu gökyüzünü kaplayıp havamızı karartan sevimsiz, şekilsiz bulutlar), yukarı doğru hareket eden nem yüklü hava akımlarının yukarıdaki daha kararlı hava düzeyine dalacak enerjiyi kendilerinde bulamayıp, tavana vuran is gibi yayılmasıyla oluşur. Aslında bir ara sigara içen birini seyredecek olursanız, cereyansız bir odada dumanın sigaradan nasıl yükseldiğini izleyerek bu sürecin işleyişi hakkında

iyi bir fikir edinebilirsiniz. Duman önce dümdüz yukarı çıkar (buna laminer akış denir, birini etkilemek isterseniz kullanabileceğiniz bir terim), sonra dağınık, dalgalı bir katman halinde yayılır. Dünyanın en büyük bilgisayarı, en kontrollü bir ortamda bile, size bu dalgacıkların hangi şekli alacağını söyleyemez. Topaç gibi dönen, rüzgârlı, kocaman dünyamızda bu gibi hareketleri tahmin etmeye çalışan meteorologların karşı karşıya kaldıkları güçlükleri varın siz düşünün artık.

Ama bildiğimiz bir şey var: Güneş'ten gelen sıcaklık atmosfere eşitsiz dağıldığından, gezegen üstündeki hava basıncında farklılıklar doğar. Hava bu duruma seyirci kalamaz ve her şeyi her yerde eşitlemeye çalışarak etrafa hücum eder. Rüzgâr havanın denge sağlamaya çalışma yoludur. Hava, pek tabii ki, her zaman yüksek basınç bölgelerinden alçak basınç bölgelerine akar. (Basınçlı havayla dolu herhangi bir şey düşünün: bir balon ya da bir hava deposu mesela. Balonun ya da deponun içindeki basınçlı havanın oradan kurtulup başka bir yere kaçmak için nasıl fırsat kollayacağını tahmin edebilirsiniz.) Basınçlar arasındaki fark ne kadar büyükse, rüzgâr o kadar hızlı eser.

Bu arada, rüzgâr hızları, biriken çoğu şey için geçerli olduğu gibi, katsayısal olarak büyür. Yani saatte 300 kilometre hızla esen bir rüzgâr saatte 30 kilometre hızla esen bir rüzgârdan yalnızca on kat güçlü değil, yüz kat güçlüdür ve dolayısıyla yüz kat daha yıkıcıdır. Bu hızlandırıcı etkiye birkaç milyon ton da hava katarsanız, aşırı derecede enerjik bir sonuçla karşılaşabilirsiniz. Bir tropik kasırga, Britanya ya da Fransa gibi zengin, orta büyüklükte bir ülkenin bir yılda tükettiği elektrik miktarı kadar enerjiyi yirmi dört saat içinde açığa çıkarabilir.

Atmosferin denge arama dürtüsünü sezen ilk kişi, her yerde karşımıza çıkan adam Edmond Halley oldu. Bu konuyu on sekizinci yüzyılda ayrıntılarıyla açıklayansa Halley'nin çağdaşı Briton George Hadley idi. Hadley yükselen ve alçalan hava sütunlarının (o gün bugündür "Hadley hücreleri" olarak bilinen) "hücreler" üretme eğiliminde olduğunu anlamıştı. Meslek itibariyle avukat olduğu halde, Hadley meteorolojiyle tutkulu biçimde ilgilenirdi. (Ne de olsa İngiliz'di.) Hadley, bu hücrelerle Yerküre'nin kendi ekseni etrafındaki dönüşü ve alize rüzgârlarımızı yaratan bariz hava sapmaları arasında bir bağlantı olduğunu da ileri sürdü. Ama bu

etkileşimlerin ayrıntılarını 1835'te çözen kişi, Paris'teki Politeknik Okul'un mühendislik profesörlerinden Gustave-Gaspard de Coriolis oldu. İşte bu yüzden ona Coriolis etkisi deriz. (Coriolis'ın dikkatleri üzerine çekmesini sağlayan bir diğer buluşu da, görünüşe bakılırsa Politeknik Okul'da hâlâ Corio'lar diye anılan su soğutucularıydı.) Yerküre ekvatorda saatte 1.675 kilometrelik çevik bir hızla dönüyor olsa da, kutuplara yaklaşıldıkça dünyanın dönüş hızı hatırı sayılır ölçüde azalır: Mesela Londra ya da Paris'te saatte yaklaşık 900 kilometreye düşer. Düşünecek olursanız, bunun sebebi çok açıktır. Ekvatordaysanız dünyanın her dönüşüyle birlikte oldukça uzun (yaklaşık 40.000 kilometrelik) bir mesafe alıp, başladığınız noktaya geri dönmeniz gerekir. Oysa Kuzey Kutbu'nun yanında dikilirseniz, dünyanın bir dönüşünü tamamlaması için sizin durduğunuz yerde yalnızca birkaç metre ilerlemeniz gerekebilir, mamafih her iki durumda da başladığınız yere geri dönmeniz yirmi dört saat alır. Demek ki ekvatora yaklaştıkça daha hızlı dönüyor olmalısınız.

Coriolis etkisi, havada düz bir hat izleyerek kuzey-güney doğrultusunda (yani boylam çizgisi boyunca) hareket eden her şeyin, yeterince mesafe alındığı takdirde neden kuzey yarıkürede sağa, güney yarıküredeyse sola doğru sapmaya uğrar gibi göründüğünü açıklar. Bunu gözünüzde canlandırmanın standart yolu, büyük bir atlıkarıncanın merkezinde durduğunuzu ve etrafınızda dönmekte olan atlardan birine bir top attığınızı farz etmektir. Top atlıkarıncanın kenarına ulaşana dek, hedeflediğiniz at dönüş yönünde yol almış olacak ve top da arkasından geçip gidecektir. O atın perspektifinden bakıldığında, top sanki kavis alarak kendisinden uzaklaşmış gibi görünür. İşte bu Coriolis etkisidir ve hava sistemlerine kavis verip, tropik kasırgaları topaç gibi dönerek ilerleten şey de budur. Yine Coriolis etkisinden dolayı, savaş gemilerinden ateşlenen topların sola ya da sağa nişan alınması gerekir; çünkü 24 kilometre öteye ateşlenen bir top aksi takdirde yaklaşık yüz metre saparak kimseye zarar vermeden denize düşer.

Hava durumunun hemen herkes için taşıdığı pratik ve psikolojik önem dikkatealınırsa, meteorolojinin on sekizinci yüzyıl sonlarına dek ayn bir bilim dalı haline gelememiş olması şaşırtıcıdır. (Gerçi *meteoroloji* terimi, T. Granger tarafından bir mantık kitabında icat edildiği 1626'dan beri kullanılmaktaydı.)

Sorun kısmen şundan kaynaklanıyordu: Meteorolojinin başarıyla uygulanabilmesi için sıcaklıkların hassasiyetle ölçülebilmesi gerekirdi, ama bu iş için gereken hassasiyette termometreler yapmanın tahmin edildiğinden çok daha zor olduğu ortaya çıkmıştı. Güvenilir bir ölçüm, cam bir tüp içinde son derece dengeli bir iç çapı tutturmaya bağlıydı ve bu hiç de kolay bir iş değildi. Bu sorunun üstesinden gelebilen ilk kişi Hollandalı bir araç yapımcısı olan Daniel Gabriel Fahrenheit oldu. Fahrenheit l 717'de güvenilir bir termometre üretti. Gelgelelim, bilinmeyen sebeplerden ötürü, termometresinin sıcaklık ölçeğinde donma noktasını 32 dereceye, kaynama noktasını ise 212 dereceye yerleştirmişti. Bu sayısal anormallik başından itibaren bazı kişileri rahatsız etti ve 1742'de İsveçli astronom Anders Celsius altematifbir ölçek fikrini ortaya attı. Mucitlerin her ince ayrıntıyı nadiren düşünebildikleri iddiasını kanıtlarcasına, o da ölçeğinde kaynama noktasını sıfıra, donma noktasını ise lOO'e getirmişti. Bu durum çok geçmeden tersine çevrilecekti.

Ekseriyetle modem meteorolojinin babası olarak tanınan kişi, on dokuzuncu yüzyıl başlarında ünlenmeye başlayan Luke Howard adında İngiliz bir eczacıydı. Howard günümüzde öncelikle 1803 'te bulut türlerine verdiği adlarla hatırlanır. Howard, Linnaean Society'nin aktif ve saygın bir üyesi olduğu ve yeni projesinde Linnaeus'un ilkelerine yer verdiği halde, yeni sınıflandırma sistemini daha az tanınmış bir kurum olan Askesian Society'de tanıtmayı tercih etti. (Askesian Society üyeleri, önceki bölümlerden hatırlayacağınız gibi, diazot monoksit âlemlerine müptelaydı, dolayısıyla Howard'ın sunumunu yeterince ayık kafayla takip ettikleri şüphelidir. Howard'ın öğrencileri bu konuda nedense suskun kalmayı tercih ederler.)

Howard bulutları üç gruba ayırmıştı: katmanlı bulutlar için stratus, pamuğumsu bulutlar için kümülüs (Latincede "küme" anlamına gelir) ve genellikle serin havalara işaret eden yüksek, ince, tüylü oluşumlar için sirrus ("kıvırcık" anlamına gelir). Hemen ardından, bunlara dördüncü bir terim daha ekledi: yağmur bulutları için nimbus ("bulut" anlamına gelen Latince sözcükten). Howard'ın sisteminin güzelliği, temel niteliklerin gökyüzünden geçmekte olan her bulutun şeklini ve büyüklüğünü tanımlamak için serbestçe birleştirilebilmesinden ileri geliyordu: stratokümülüs, sirrostratus, kümülonimbus, vb. Sistem büyük yankı

uyandırdı, hem sadece İngiltere'de de değil. Johann von Goethe'yi bile o kadar büyüledi ki, Alman şair dört şiirini Howard'a ithaf etti.

Howard'ın sistemine yıllar yılı çok şey katıldı. Öyle ki, az okunan ansiklopedik bir yapıt olan*Uluslararası Bulut Atlası'nm* hacmi iki cildi buldu. Ama ne ilginçtir ki, Howard'dan sonra eklenen bulut türlerinin hemen hepsi (mammatus, pileus, nebulosis, spissatus, floccus, mediocris, vb.) meteoroloji çevreleri dışında asla benimsenmedi ve öğrendiğim kadarıyla, benimsenecekmiş gibi de görünmüyor. Sırası gelmişken, bu atlasın 1896'da yayımlanan ve şimdikine kıyasla çok daha ince olan ilk baskısı bulutlan on temel türe ayırmıştı. Bunlardan en tombul ve yastığımsı olanı, dokuz numaralı kümülonimbustu.[33] İngilizce'de "mutluluktan havalara uçmak" anlamına gelen "to be on cloud nine"[34] deyimi bundan kaynaklanıyor olsa gerek.

Göklerde arada bir boy gösteren örs şeklindeki fırtına bulutlarının şiddet ve celaline bakıp aldanmayın sakın, ortalama bir bulut aslında gayet munis ve şaşırtıcı derecede cılız bir şeydir. Birkaç yüz metre boyunca yanlamasına uzanan kümülüs cinsinden bir yaz bulutu en fazla 100-150 litre kadar su içerebilir: James Trefıl'in ifadesiyle "bir banyo küvetini doldurmaya anca yetecek kadar." Bulutların cisimsizliğini hissedebilmek için siste dolaşmak kâfidir. Ne de olsa, uçma isteğinden yoksun bir buluttan ibarettir sis. Yine Trefıl'in sözleriyle: "Tipik bir sis bulutu içinde 100 metre yürürseniz, yalnızca yaklaşık 8,2 santimetreküp suyla temas edersiniz: bardağınızı adam gibi doldurmaya bile yetmeyecek bir miktar." Demek ki bulutlar büyük su hazneleri değildir. Yeryüzündeki tatlı suların her an yalnızca yüzde 0,035 kadarı başımızın üstünde gezinir.

Bir su molekülünün akıbeti, nereye düştüğüne bağlı olarak büyük ölçüde değişir. Verimli topraklara düşerse ya bitkiler tarafından emilir, ya da birkaç saat veya gün içinde tekrar buharlaşıp göğe yükselir. Yeraltı sularına karışmanın bir yolunu bulursa senelerce güneş yüzü görmeyebilir. Çok derinlere inerse binlerce sene gün ışığına hasret kalabilir. Bir göle baktığınızda, ortalama on yıldır aynı yerde ikamet eden bir molekül topluluğuna bakıyor olursunuz. Okyanusta, moleküllerin ikamet süresinin yüz yılı bulduğu düşünülüyor. Her sağanakta yere düşen su moleküllerinin yaklaşık yüzde 60'ı bir iki gün içinde atmosfere iade edilir. Buharlaştıktan

sonra yağmur olarak geri dönene kadar gökyüzünde en fazla bir hafta, Drury'ye göre on iki gün kalır.

Buharlaşma, yaz günlerinde sokaklardaki su birikintilerinin akıbetine bakarak kolayca tahmin edebileceğiniz gibi, hızlı bir süreçtir. Akdeniz gibi büyük bir su kütlesi bile, sürekli olarak beslenmediği takdirde bin yıl içinde kurur. Böyle bir olay yaklaşık 6 milyon yıl önce meydana gelerek, bilim çevrelerinde Messiniyen Tuzluluk Krizi diye bilinen şeye sebep oldu. Kıtasal bir hareket sonucu Cebelitarık Boğazı kapandı. Akdeniz ölürken, buharlaşan muhteviyatı tatlı su halinde başka denizlere yağdı ve bu denizlerin tuzluluğunu biraz seyreltti: Daha doğrusu, bu denizleri normalde donmayacak alanların büyük ölçüde donmasına sebep olacak kadar sulandırdı. Buzla kaplı alanlardaki artış, Güneş'ten gelen sıcaklığın daha büyük bir bölümünün geri tepmesine yol açarak, dünyayı bir buzul çağına soktu. En azından teori böyle söylüyor.

Anlayabildiğimiz kadarıyla doğruluğuna şüphe olmayan tek şey, Yerküre'nin dinamiklerindeki küçücük bir değişimin bile akıl almaz yan etkiler doğurabileceğidir. Biraz ileride göreceğimiz gibi, bizi bile böyle bir olay yaratmış olabilir.

Okyanuslar gezegenin yüzeysel davranışının gerçek güç merkezidir. Aslına bakarsanız, meteorologların okyanusları ve atmosferi tek bir sistem olarak görme eğilimi gün geçtikçe güçleniyor. Dolayısıyla burada dikkatimizi biraz da okyanuslara yöneltmeliyiz. Isıyı muhafaza etmekte ve aktarmakta sudan üstünü yoktur. Golfstrim, dünyanın on yıllık kömür üretimine eşit miktarda ısıyı her gün Avrupa'ya taşır. Britanya ve İrlanda'da iklimin Kanada ve Rusya'dan daha ılıman olmasının sebebi de budur.

Ama su aynı zamanda yavaş ısınır: Göller ve yüzme havuzlan en sıcak günlerde bile bu yüzden soğuk kalır. Bir mevsimin resmen kabul edilen astronomik başlangıç tarihi ile mevsim dönümünün bilfiil hissedilmesi arasında belli bir süre olmasının sebebi de budur. Yani bahar mevsimi kuzey yankürede resmen martta başlıyor olabilir, ama en erken nisan ayına kadar çoğu yerde hissedilmez.

Okyanuslar standart su kütleleri değildir. Sıcaklık, tuzluluk, derinlik, yoğunluk derecelerindeki farklar, okyanusların ısıyı taşıyış biçimlerini ve

dolayısıyla iklimi büyük ölçüde etkiler. Örneğin Atlantik, Pasifik'ten daha tuzludur ve iyi ki de öyledir. Tuzluluk arttıkça yoğunluk da artar ve yoğun su dibe çöker. Su ekstra tuz yüklü olmasaydı, Atlantik akıntıları Arktik bölgelere ilerleyerek Kuzey Kutbu'nu ısıtır, ama öte yandan Avrupa'yı ılıman ikliminden mahrum ederdi. Yeryüzündeki ısı transferinin temel vasıtası, yüzeyin çok altında, yavaş, derin akıntılarla başlayan ve *termohalin dolaşım* diye bilinen süreçtir. Bu süreç ilk kez 1 797'de, maceraperest bilim adamı Rumford Kontu tarafından tespit edildi.[6] Süreç şöyle gelişir: Yüzey suyu Avrupa civarına ulaştığı zaman yoğunlaşıp çok derinlere çöker ve ağır bir yolculukla güney yarıküreye geri dönmeye başlar. Antarktika'ya vardığında, Antarktik Dolaykutupsal Akıntısı'na yakalanarak Pasifik'e sürüklenir. Süreç çok ağır işler: Suyun Kuzey Atlantik'ten Orta Pasifık'e gitmesi 1.500 yıl alabilir. Ama bu sürecin hareket ettirdiği ısı ve su miktarı hatırı sayılır derecede fazladır ve bunun iklim üzerindeki etkisi çok büyüktür.

(Tek bir su damlasının bir okyanustan diğerine ne kadar zamanda gideceğinin nasıl hesaplanabileceği sorusuna gelince... Bilim adamları suyun bileşenlerini kloroflüorokarbonlar gibi ölçebiliyor ve en son havada oldukları tarihlerden bu yana ne kadar zaman geçtiğini hesaplayabiliyorlar. Farklı derinlik ve konumlardan alınmış birçok ölçümü karşılaştırarak su için akla yakın bir hareket planı çıkarabiliyorlar.)

Termohalin dolaşım ısıyı dolaştırmakla kalmaz, akıntıların yükseliş ya da alçalışıyla birlikte besinlerin suya karışmasına da yardımcı olarak okyanusun daha büyük bölümlerini balıklar ve diğer deniz yaratıkları için yaşanabilir kılar. Ne yazık ki, dolaşım değişime çok duyarlı olabilmektedir. Bilgisayar simülasyonlarının sonuçlarına bakılırsa, mesela Grönland buz katmanındaki erimenin artması sonucu okyanusun tuz muhteviyatının biraz olsun seyrelmesi bile çevrimi feci biçimde sekteye uğratabilir.

Denizler bize büyük bir lütufta daha bulunur. Muazzam miktarlarda karbonu emip çevremizden uzaklaştırarak güvenliğimizi sağlar. Güneş sistemimizin tuhaflıklarından biri de, Güneş'in şu anda, güneş sistemi gençken yandığından yaklaşık yüzde 25 daha parlak yanmasıdır. Bu durumda Yerküre'nin daha sıcak bir yer olması beklenir. Hatta, İngiliz jeolog Aubrey Manning'in ifadesiyle, "Bu muazzam değişimin Yerküre

üzerinde mutlaka katastrofık bir etkisi olmalıydı, ama dünyamız pek etkilenmişe benzemiyor.”

O halde dünya ikliminin istikrarlı ve serin kalmasını neye borçluyuz?

Yaşama tabii ki. Adlarını çoğumuzun hiç duymadığı trilyonlarca minik deniz organizması (foraminiferler, kokolitler ve kalkerli algler) yağmurla inen atmosferik karbonu karbondioksit halinde yakalayıp (başka şeylerle birlikte) minik kabuklarının yapımında kullanır. Karbonu kabuklarına hapsederler ve böylece tekrar buharlaşıp atmosfere dönmekten alıkoyarlar. Aksi takdirde karbon atmosferde bir sera gazı halinde birikip tehlike yaratır. Nihayetinde tüm o minik foraminiferler, kokolitler ve diğer organizmalar ölüp denizin dibini boylar ve orada sıkışıp kireçtaşı haline gelir. Ingiltere’nin Dover Boğazı kıyılarındaki Beyaz Yalıyarlar gibi olağanüstü bir doğal oluşuma bakarken, onların minik deniz organizmalarının ölülerinden oluştuğunu düşünmek hayret vericidir, ama ne kadar çok karbona el koyarak biriktirdiklerini fark ettiğinizde hayretiniz daha da büyür.

Dover’dan alınmış 100 santimetreküplük bir kireçtaşı parçasının içereceği karbondioksit miktarı bin litrenin hayli üstündedir, ki o karbondioksit o kireçtaşma hapsolmasaydı bize hiçbir yaran dokunmayacaktı. Toplamda, dünya kayaçlarında muhafaza edilen karbon miktarı, atmosferde bulunanın yaklaşık yirmi bin katıdır. Sonunda bu kireçtaşının büyük kısmı volkanları besleyecek ve karbon atmosfere geri dönüp yağmur halinde Yerküre’ye düşecektir. Bütün bu sürece uzun süreli karbon çevrimi denmesinin sebebi de budur. Süreç çok zaman alır: tipik bir karbon atomu için yaklaşık yarım milyon yıl. Ama başka herhangi bir müdahalenin olmaması halinde iklimdeki kararlılığın korunmasını başarıyla sağlar.

Ne yazık ki, insanlar foraminiferlerin yeterince hazırlıklı olup olmadığına bakmaksızın atmosfere ekstra karbon göndererek bu çevrimi düşüncesizce bozmaya bayılırlar. 1850’den bu yana, havaya yaklaşık 100 milyar ton ekstra karbon yolladığımız hesaplanmıştır ve bu toplama her yıl yaklaşık 7 milyar ton daha eklenir. Toplamda çok büyük bir miktar değildir bu aslında. Doğa, ekseriyetle volkan püskürmeleri ve bitki çürümeleri yoluyla atmosfere her yıl yaklaşık 200 milyar ton karbondioksit yollar, yani

bizim arabalarımızla ve fabrikalarımızla yolladığımızın yaklaşık otuz katı. Ama katkımızın nasıl bir fark yarattığını görmek için kentlerimizin üstünde asılı duran dumana bakmamız kâfidir.

Çok yaşlı buz örneklerini inceleyerek öğrendiğimiz kadarıyla atmosferdeki “doğal” karbondioksit düzeyi, yani biz endüstriyel etkinliklerimizle havaya karbon basmaya başlamadan evvel geçerli olan düzey, milyonda 280 civarındadır. 1958’de bu durum laboratuvar önlüklü insanların dikkatini çekmeye başladığında, söz konusu oran milyonda 315’e yükselmişti. Günümüzdeyse milyonda 360’ı aştı ve her yıl kabaca yüzde 0,25 oranında artmakta. Yirmi birinci yüzyıl sonunda milyonda 560’ı bulacağı tahmin ediliyor.

Atmosfere eklenip duran karbon atığının temizlenmesinde okyanuslar kadar ormanların da katkısı var. Yeryüzündeki okyanuslar ve ormanlar, bizi kendi kendimizi yok etmekten kurtarmayı şimdilik başardı, ama İngiliz Meteoroloji Bürosu’ndan Peter Cox’un sözleriyle: “Doğal biyosferin emisyonlarımızın etkilerini tamponlamak suretiyle bizi korumayı kestiği ve hatta bu etkileri büyütmeye başladığı kritik bir eşik vardır.” Küresel ısınmada kontrolsüz bir artış kaydedilmesinden korkuluyor. Bu durumda, uyum sağlayamayan pek çok ağaç ve bitki ölecek ve depoladığı karbonu çevreye salarak durumu daha da vahimleştirecek. Benzer çevrimlerin uzak geçmişte insanlığın katkısı olmaksızın meydana geldiği olmuş. Neyse ki o aşamada bile doğa mucizelere gebedir. Karbon çevriminin er ya da geç yeniden devreye girip Yerküre’yi bir istikrar ve mutluluk safhasına geri döndüreceğine kesin gözüyle bakılabilir. Bu onarım son vuku bulduğunda yalnızca altmış bin yıl almıştı.

1

Yellowstone’un kaynar çamur havzalarında keşfedilen ekstremofüler ve başka yerlerde bulunan benzer organizmalar, yaşam türlerinin varlık gösterebileceği alanların aslında çok daha geniş olduğunun, hatta belki de, Plüton’un buz tutmuş kabuğu altında bile canlılar olabileceğinin bilim

adamlarınca kavranmasını sağlamıştır. Ama biz burada, oldukça kompleks yüzey yaratıklarını üretebilecek koşullardan bahsediyoruz.

2

Geri kalan dört atomdan üçü nitrojendir, biri ise tüm diğer elementler arasında bölüştürülmüştür.

3

Oksijenin kendisi yanıcı nitelikte değildir, ama başka şeylerin yanmasını kolaylaştırır. İyi ki de öyledir, çünkü şayet oksijen yanıcı olsaydı, her kibrit çakışınızda etrafınızı kuşatan hava da olduğu gibi alev alırdı. Hidrojen gazı ise aşın derecede yanıcıdır. *Hindenburg* zeplini 6 Mayıs 1937'de New Jersey'nin Lakehurst kasabasında hidrojen yakıtının büyük bir patlamayla alev alması sonucu otuz altı insanın ölümüne sebep olduğu zaman, bunu tüm açıklığıyla gözler önüne sermiştir.

4

boran: şiddetli rüzgâr, şimşek ve gök güriiltüsüyle ortaya çıkan sağanak yağışlı hava olayı. (ç.n.)

5

jet akıntısı: troposferin üst kesimlerinde, genellikle doğuya doğru eserek ince ve yatay bir kuşak halinde hareket eden çok hızlı ve güçlü hava akımlarının ortak adı. (ç.n.)

6

Termohalin terimi, görünüşe bakılırsa farklı insanlara farklı şeyler ifade eder. Kasım 2002'de Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nden Cari Wunsch, Science'da "Termohalin Dolaşım Nedir?" başlıklı bir bildiri yayınladı. Bildirisinde, bu ifadenin saygın dergilerde en az yedi farklı fenomeni (abisal düzeydeki dolaşımı, yoğunluk ya da batmazlık farklılıklarından güç alan dolaşımı, "kütlenin meridyonel dolaşımı"nı, vb.) belirtmek için kullanılmış olduğuna dikkat çekiyordu. Halbuki hepsi de okyanus dolaşımları ve ısı transferiyle ilgilidir, burada ihtiyatlı, muğlak ve kapsayıcı bir anlayışla vermeye çalıştığım gibi.

31

aposteriori: felsefede, münferit olaylardan genel bir ilkeye, sonuçtan sebebe götüren, deneye ya da gözleme dayalı olan; deneyden önce ya da deneyden ayn olarak bilinmeyen. (ç.n.)

33

Kümülüs bulutlarının çar pıcı güzelliği, daha flu görünümlü diğer bulutlara oranla son derece berrak ve biçimli hatlara sahip olmalarından ileri gelir. Bu biçimlilik, kümülüs bulutlarının nemli iç kısmı ile ötesin deki kuru hava arasında var olan belirgin sınırla açıklanır. Bulut sınırları dışına kaçan her su molekülü, bulut dışındaki kuru hava tarafından derhal imha edilir ve böylece bulutun keskin hatları korunmuş olur. Daha yüksek sirrus bulutlarıysa buzdan oluşur ve bulut sınırları ile ötesindeki hava aynı derecede belirgin çizgilerle ayrılmamıştır, bu yüzden bulut çevresi genellikle bulanık bir görünüm arz eder.

34

harfi harfine bir çeviriyle, dokuz numaralı bulutun üstünde olmak. (ç.n.)

18

DERYA DENiZ

Dihidrojen oksidin egemenliği altındaki bir dünyada yaşamaya çalıştığınızı farz edin. Dihidrojen oksit, tadı ya da kokusu olmayan bir bileşimdir. Genellikle zararsız olmakla birlikte, özelliklerinin değişkenliğinden ötürü bazen son derece öldürücü bir hal alabilir. Hangi halde olduğuna bağlı olarak, sizi haşlayabilir ya da dondurabilir. Birtakım organik moleküllerle birleştiğinde, ağaçları yapraksız bırakacak ve heykellerin yüzlerini silecek kadar tehlikeli karbonik asitler oluşturabilir. Aşırı miktarlarda dihidrojen oksit kontrolsüzce serbest kaldığında, insan eliyle yapılmış hiçbir binanın karşı koyamayacağı bir şiddetle hücum eder. Onunla yaşamayı öğrenmiş olanlar için bile, çoğu zaman ölüm saçan bir maddedir. Biz ona su deriz.

Su her yerdedir. Bir patatesin yüzden 80’i, bir ineğin yüzde 74’ü, bir bakterinin yüzde 75’i sudan oluşur. Yüzde 95’i su olan bir domatesin *başkaca* çok az şeyi vardır. insanların bile yüzde 65’i sudan ibarettir. Neredeyse üçte ikimizi oluşturan su, bizi katıdan çok sıvı kılar. Su acayip bir şeydir. Şekilsiz ve şeffaftır, ama yine de ona yakın olmak isteriz. Tatsızdır, ama yine de tadını çok severiz. Onu güneşin altında ışıldarken görmek için büyük mesafeler kateder, küçük servetler harcarız. Tehlikeli olduğunu ve her yıl binlerce insanı boğarak öldürdüğünü bile bile, içine girip yüzeceğimiz günü iple çekeriz.

Su her yerde hazır ve nazır olduğundan, onun ne olağanüstü bir madde olduğunu genellikle gözden kaçırırız. Suyun hemen hiçbir özelliği diğer sıvıların özellikleri hakkında ve diğer sıvıların özellikleri de suyunkiler hakkında güvenilir tahminlerde bulunmak için kullanılamaz. Su hakkında hiçbir şey bilmediğiniz ve varsayımlarınızı kimyasal açıdan suya en benzeyen bileşimlerin, mesela hidrojen selenit ya da hidrojen sülfürün davranışı üzerine kurduğunuz takdirde, onun eksi 93 santigrat derecede kaynamasını ve oda sıcaklığında buharlaşmasını beklersiniz.

Çoğu sıvı dondurulduğu zaman aşağı yukarı yüzde 10 oranında küçülür. Bu durum su için de geçerlidir, ama yalnızca bir dereceye kadar. Su,

donmasına ramak kaldığında, asi, mucizevi ve son derece olanaksız bir davranış göstererek genişlemeye başlar. Katı hale geçtiğinde, eskisinden neredeyse onda bir daha hacimlidir. Genişlediği için, buz suyun üstünde yüzer: “Akıl almaz bir özellik”tir bu, John Gribbin’e göre. Buzun bu müthiş itaatsizliği olmasaydı batardı, dolayısıyla göller ve okyanuslar da dip kısımlarından başlayarak donardı. Yüzeyde ısıyı muhafaza eden buzlar olmayınca, suyun sıcaklığı uçup gider, giderek soğuyan su daha da fazla buz üretirdi. Çok geçmeden okyanuslar bile donar ve herhalde çok uzun bir süre, hatta belki de sonsuza dek donmuş halde kalırdı. Yaşamı destekleyebilecek koşullar da biraz zor oluşurdu. Neyse ki su kimya kurallarından da fizik kanunlarından da haberi yokmuş gibi davranır.

Suyun kimyasal formülünün H2O olduğunu herkes bilir: Bir su molekülü, büyücek bir oksijen atomu ile oksijene bağlanmış daha küçük iki hidrojen atomundan oluşur. Hidrojen atomları oksijenlerine sıkı sıkı sarılır, ama aynı zamanda diğer su molekülleriyle de gevşek bağlar kurarlar. Su moleküllerinin doğası, onları diğer su molekülleriyle eşleşerek bir nevi dansa iştirak etmeye zorlar. Robert Kunzig’in güzel benzetmesiyle, kadril dansının boyuna eş değiştiren çiftleri gibi bir eşleşip bir ayrılırlar. Bir bardak suyun çok şenlikli bir hali yokmuş gibi gözükebilir, ama içindeki her molekül saniyede milyarlarca defa eş değiştirmektedir. İşte bu yüzden, su molekülleri bir araya gelip havuz ya da göl gibi kütleler oluşturabilir, ama birbirlerine çok sıkı sarılmadıkları için, mesela siz koşup aralarına daldığınızda kolayca ayrılıverirler. Su moleküllerinin her an yalnızca yüzde 15’i bilfiil temas halindedir.

Bu bağ bir yandan da çok güçlüdür: Su moleküllerinin sifonlanınca yokuş yukarı akabilmesinin ve bir arabanın kaputu üzerindeki su damlacıklarının inatçı bir kararlılıkla boncuk boncuk dizilmeye çalışmasının sebebi budur. Suyun yüzey direnci de aynı sebepten ileri gelir. Yüzeydeki moleküllerin alt ve yan taraflarındaki benzer moleküllerle oluşturdukları bağlar, üst taraflarındaki hava molekülleriyle oluşturdukları bağlardan daha güçlüdür. Bu bağlılık, böcekleri ve su üstünde sektirilen taşlan taşıyabilecek kadar güçlü bir zar yaratır. Suya karınüstü atladığınız zaman göbeğinizi pişiren de bu zarın direncidir.

Onsuz mahvolacağımızı söylemeye ne hacet. İnsan vücudu susuz kaldığında balmumu gibi erir. Sayılı günler içinde, “dudaklar sanki budanmış gibi yok olup gider, dişetleri kararır, burun kuruyup yarı uzunluğuna iner ve göz çevresindeki cilt o kadar gerilir ki göz kırpmak zorlaşır.” Su bizim için hayati önem taşıdığından, dünyadaki suların çok az bir bölümü hariç hepsinin, içerdikleri tuzlar yüzünden bizim için zehirli, hatta ölümümüze sebep olacak kadar zehirli olduğunu görmezden gelmemiz kolaydır.

Yaşamak için tuza ihtiyacımız vardır, ama az miktarlarda olması kaydıyla.

Oysa deniz suyu güvenle metabolize edebileceğimizden çok daha fazla (yaklaşık yetmiş kat fazla) tuz içerir. Yemeklerimize serptiğimiz sofra tuzunun bir litre tipik deniz suyundaki miktarı yalnızca 2,5 çay kaşığıdır, ama deniz suyundaki diğer element, bileşim ve çözünmüş katı madde miktarları çok daha fazladır ve bunlar da kolektif olarak “tuzlar” diye adlandırılır. Bu tuz ve minerallerin dokularımızdaki oranları, deniz suyundakilerle esrarengiz bir benzerlik gösterir: Margulis ile Sagan’ın ifadesiyle, deniz suyu terler, deniz suyu ağlarız. Ama her ne hikmetse bir içecek olarak deniz suyuna toleransımız yoktur. Vücudunuza çok fazla tuz alırsanız metabolizmanız çabucak krize girer. Her hücreden dışarı hücum eden sürülerce su molekülü, tıpkı gönüllü itfaiyeciler gibi yardıma koşup, vücuttaki ani tuz alımını seyreltmeye ve gidermeye çalışır. Böylece hücreler normal işlevlerini yerine getirmek için gereksindikleri sudan tehlikeli biçimde mahrum kalır. Tek kelimeyle dehidrasyona (sıvı kaybına) uğrarlar. Dehidrasyon aşırı boyutlara vardığı zaman havalelere, şuursuzluğa ve beyinde hasara yol açar. Bu arada, fazla çalışmaktan canı çıkan kan hücreleri tuzu böbreklere taşır ve böbrekler de sonunda yenik düşüp iflas eder. Böbrekleriniz çalışmazsa ölürsünüz. İşte bu yüzden deniz suyu içmiyoruz.

Yerküre’de 1,3 milyar kilometreküp su vardır ve olup olacağı bu kadardır. Sistem kapalı devre çalışır: Yani hiçbir şey eklenemez ve eksiltilemez. İçmekte olduğunuz su, dünya kurulalı beri devridaim halindedir. Okyanuslar şimdiki hacimlerine tahminen 3,8 milyar yıl önce kavuşmuştur.

Su âlemi hidrosfer olarak bilinir ve ezici çoğunlukla okyanuslara aittir. Yeryüzündeki bütün suların yüzde doksan yedisi denizlerdedir, deniz sularının da büyük bölümü gezegenin yarısını kaplayan ve karaların toplamından daha büyük olan Pasifik'te bulunur. Pasifik Okyanusu, okyanus sularının yarısından biraz fazlasını (daha kesin bir ifadeyle, yüzde 51,6'sını) ihtiva eder; Atlantik yüzde 23,6'sına, Hint Okyanusu ise 21,2'sine sahiptir. Yani tüm diğer denizlere suların sadece yüzde 3,6'sı kalır. Okyanusun ortalama derinliği 3,86 kilometredir. Pasifik'teki derinlik ortalaması, Atlantik ve Hint okyanuslarındakinden yaklaşık 300 metre fazladır. Toplamda, gezegen yüzeyinin yüzde 60'ı, 1,6 kilometreyi aşkın derinlikte okyanus sularıyla kaplıdır. Philip Ball'un belirttiği gibi, gezegenimize Yerküre diyeceğimize Suküre desek daha doğru olur.

Dünya sularının yüzde 3 'ünü oluşturan tatlı suların çoğu buz katmanları halindedir. Yalnızca az bir miktarı (yüzde 0,036'sı) göllerde, nehirlerde ve bentlerde bulunur. Daha da az bir kısmı (yalnızca yüzde 0,001 'i) bulut ya da buhar halindedir. Gezegendeki buzların yaklaşık yüzde 90'ı Antarktika'da, geri kalanının çoğuysa Grönland'dadır. Güney Kutbu'na giderseniz yaklaşık 3,2 kilometre, Kuzey Kutbu'ndaysa yalnızca 4,5 metre buz üstünde duruyor olursunuz. Sırf Antarktika'da 25 milyon kilometreküp buz vardır: eridiği takdirde okyanusları 61 metre yükseltmeye yetecek bir miktardır bu. Halbuki atmosferdeki suyun hepsi yağmur halinde yere düşse ve her yer eşit miktarda yağış alsa bile, okyanuslar yalnızca birkaç santim derinleşir.

Sırası gelmişken, deniz seviyesi de bütünüyle itibari bir kavram sayılır. Denizler hiç de aynı seviyede değildir. Gelgitler, rüzgârlar, Coriolis kuvveti ve diğer etkiler su seviyelerini okyanuslar arasında ve hatta okyanuslar içinde hatırı sayılır derecede değiştirir. Pasifik'in batı yakası, Yerküre'nin kendi ekseni etrafındaki dönüşünün yarattığı merkezkaç kuvvetin bir sonucu olarak, yaklaşık yanın metre daha yüksektir. Su dolu bir leğeni bir tarafından çektiğiniz zaman su sanki size doğru gelmek istemezmişçesine öbür tarafa doğru akmaya eğilim gösterir. Keza, dünyanın doğu yönündeki dönüşü de suyu okyanusun batı sınırlarına yığar.

Denizlerin bizim için ezelden beri ne büyük önem taşıdığını düşününce, dünyanın onlarla bilimsel olarak ilgilenmeye başlamasının bu kadar uzun

zaman almış olmasına şaşmamak elde değil. On dokuzuncu yüzyılın ileri yıllarına dek okyanuslar hakkında bilinenlerin çoğu karaya vuran ya da balıkçı ağlarına takılan şeylere dayanıyordu. Yazılanların çoğuysa fiziksel bulgulardan ziyade anekdot ve varsayımları temel alırdı. 1830'larda İngiliz doğabilimci Edward Forbes, Atlantik boyunca uzanan okyanus yataklarında ve Akdeniz'de keşif gezileri gerçekleştirdikten sonra, denizlerde 600 metrenin altında hiç yaşam olmadığını açıkladı. Mantıklı bir varsayım gibi görünüyordu bu. O derinlikte hiç ışık yoktu, dolayısıyla bitki toplulukları yaşayamazdı. Üstelik böyle derinliklerde söz konusu olan basınçlarının fevkalade yüksek olduğu da bilinen bir gerçekti. Gelgelelim, 1860'ta ilk transatlantik telgraf kablolanndan biri onarım için en az 3 kilometre derinlikten çıkarıldığı zaman, mercan, deniztarağı ve diğer canlıların artıklarından oluşan kalın bir tabakayla kaplı olduğu görüldü. Bu herkes için sürpriz olmuştu.

Tarihin ilk ciddi ve organize deniz araştırması 1872'den evvel gerçekleşmedi. Bu tarihte, British Museum, Royal Society ve İngiliz hükümeti işbirliğiyle oluşturulan keşifheyeti *HMS Challenger* adını taşıyan eski bir savaş gemisiyle Portsmouth'tan yola çıktı. Üç buçuk sene dünyayı dolaşan ekip, su örnekleri topladı, ağlarla balık yakaladı ve deniz dibindeki tortul tabakasını taradı. Bu hiç şüphesiz meşakkatli bir işti. 240 bilim adamı ve tayfadan oluşan kadronun her dört kişisinden biri gemiden gizlice firar etti. Sekiz kişi ya öldü ya da tarihçi Samantha Weinberg'in sözleriyle "yıllarca durmaksızın deniz dibi tarama işinin beyin uyuşturucu tekdüzeliğine dayanamayarak" aklını kaçırdı. Ama denizlerde neredeyse 70.000 deniz mili mesafe kateden ekip, 4.700 yeni deniz organizması buldu, elli ciltlik bir bildiri oluşturacak miktarda bilgi topladı (bu bilgilerin bir araya getirilmesi on dokuz yıl aldı) ve dünyaya yeni bir bilimsel disiplinin adını bağışladı: *oşinografi* (okyanusbilim). Derinlik ölçümleri sayesinde Atlantik'in ortasındaki sualtı dağlarının varlığını da keşfederek, heyecanlı bazı gözlemcilerin Atlantis kıtasının bulunmuş olduğu yolundaki spekülasyonlarına malzeme temin etti.

Denizler profesyonel kurumlarca ekseriyetle göz ardı edildiğinden, suların altında neler olduğunu insanlara anlatma görevi, çok az sayıdaki vefakâr amatörlere kaldı. Modern derin-deniz keşifleri, Charles William Beebe ve Otis Barton'la 1930'da başlar. Eşit katkılarda bulunmuş iki ortak

olmalarına karşın, daha renkli bir kişiliği olan Beebe yazılı belgelerde her zaman daha çok yer almıştır. 1877'de New York City'de hali vakti yerinde bir ailenin oğlu olarak dünyaya gelen Beebe, Columbia Üniversitesi'nde zooloji öğrenimini tamamladıktan sonra New York Zooloji Derneği'nde kuş bakıcısı olarak göreve başladı. Bu işten sıkılınca serüven peşinde koşmaya karar verdi ve sonraki çeyrek yüzyıl süresince Asya' da ve Güney Amerika' da gezmedik yer bırakmadı. "Tarihçi ve teknikçi" ya da "balık sorunları asistanı" gibi yaratıcı iş tanımlarına sahip çekici bayan yardımcılar bu gezilerde kendisine eşlik ederdi. Beebe, *Edge of the Jungle* (Cangılın Kıyısı) ve *Jungle Days* (Cangıl Günleri) gibi klişe adlar taşıyan bir dizi popüler kitabın yanı sıra, yabani yaşam ve ornitoloji (kuşbilim) hakkındaki saygıdeğer birkaç kitabın da yazarıdır.

1920'lerin ortalarında Galapagos Adaları'na yaptığı gezi sırasında, "suyun içinde serbestçe salınmanın keyfini" keşfetti. Derin-deniz dalgıçlığını tanımlarken hep bu sözleri kullanırdı. Kısa süre sonra, kendisi gibi Columbia'da öğrenim görmüş bir maceraperest olan ve daha da zengin bir aileden gelen Barton'la ortak oldu. Parsayı hemen her zaman Beebe toplasa da, dünyanın ilk batisferini tasarlayan ve 12.000 $ tutarındaki yapım maliyetini karşılayan kişi, aslında Barton'dı. (Batisfer, "derin" anlamındaki Yunanca sözcükten gelir.) Küçük ve yeterince sağlam bir odaydı bu, yaklaşık 3,8 santimetre kalınlığında dökme demirden yapılmıştı ve 7,6 santimetre kalınlığında kuvars bloklar içeren iki küçük lombozu vardı. Birbirleriyle aşırı yakınlaşmaya hazır olmaları kaydıyla, içine iki kişi alabilirdi. Bu teknoloji o zamanın standartlarına göre bile iptidaiydi. Kürenin hiçbir manevra kabiliyeti yoktu: Tek yapabildiği uzun bir kablonun ucunda sallanıp durmaktı. İçindekiler solunumlarını son derece ilkel bir yöntemle sağlamak zorundaydılar: Kendi karbondioksitlerini nötrleştirmek için etrafa ağzı açık sodyumlu kireç kutuları yerleştirirler, nemi emmesi içinse küçük bir kalsiyum klorür tüpü açar ve arada bir palmiye yapraklarıyla yelleyerek kimyasal reaksiyonları tetiklemeye çalışırlardı.

Ama bu isimsiz küçük batisfer gayet iyi iş gördü. Haziran 1930'da Bahamalar'da gerçekleştirilen ilk dalışta, Barton ile Beebe 183 metre derinliğe inerek bir dünya rekoru kırdılar. 1934'e gelindiğinde, rekoru II. Dünya Savaşı sonrasına kadar sabit kalacağı seviyeye, yani 900 metrenin üstüne çekmişlerdi. Derinlik arttıkça her bir cıvata ve perçin üzerinde

biriken baskı kulakla duyulur boyutlara varıyordu, ama Barton cihazın 1.400 metreye kadar emniyetli olacağından emindi. Yine de her derinlikte cesaret gerektiren, riskli bir işti bu. 900 metrede, küçük lombozlar inçkare başına yaklaşık 19ton basınca tabi kalıyordu. Böyle bir derinlikte, Beebe'in birçok kitap, makale ve radyo yayınında ifade etmekten geri kalmadığı gibi, ölüm an meselesiydi. Ama en çok, gemi bordasındaki vincin metal topa ve iki ton ağırlığındaki çelik kabloya mukayyet olmayı başaramayarak kopmasından ve batisferin içindeki iki adama denizin dibini boylatmasından korkulurdu. Böyle bir kaza olduğu takdirde onları kimse kurtaramazdı.

Dalışların üretemediği tek şey, dişe dokunur bilimsel bulgulardı. Daha önce görülmemiş birtakım yaratıklarla karşılaşıldıysa da, bulgular gerçek bilim adamlarınca arzulanan türden ayrıntılarla tanımlanamıyordu. Çünkü görüş alanı kısıtlıydı ve yiğit dalgıçlardan hiçbiri eğitimli bir okyanusbilimci değildi. Kürenin dışarıdan aydınlatması yoktu, tek ışık kaynağı dalgıçların pencereye tuttukları 250 vatlık bir ampuldü, ama 150 metrenin altındaki derinliklerde zaten göz gözü görmezdi. Üstelik suya 7,6 santimetre kalınlığındaki kuvars blokların ardından bakıyorlardı, yani görmeyi umdukları her şeyin onlarla aynı derecede ilgileniyor olması şarttı. Neticede su yüzeyine çıkarabildikleri tek bilgi, aşağıda bir sürü acayip yaratığın dolandığı oldu. 1934'te gerçekleştirilen bir dalışta, Beebe "6 metreden uzun ve son derece kalın" dev bir yılan görerek irkilmişti. Yılan yanlarından o kadar hızlı geçmişti ki, batisferden belki anca gölgesi görülebilmişti. O şey her ne ise, onun gibisine bir daha hiç rastlanmamıştır. Buna benzer muğlak veriler yüzünden bildirileri akademisyenler tarafından genellikle göz ardı edilirdi.

1934'te rekor kıran dalışlarını gerçekleştirdikten sonra, Beebe dalmaya olan ilgisini kaybetti ve başka serüvenlere yöneldi, ama Barton bu işte sebat etti. Barton'ın hakkını yemeyen Beebe, soran herkese girişimin arkasındaki gerçek beynin Barton olduğunu söylerdi, ama Barton yine de hiç ön plana çıkamadı. Yaşadıkları sualtı maceralarının heyecanlı hikâyelerini o da kaleme aldı, hatta *Titans of the Deep* (Derinliğin Titanları) adlı bir Hollywood filminde başrol oynadı. Filmde dev mürekkepbalıklannın saldırılarıyla karşılaşan bir batisferin heyecanlı ve büyük bölümü hayal ürünü maceraları anlatılıyordu. Barton, Camel sigaralarının reklamlarında

bile yer aldı (“They don’t give me jittery nerves”). 1948’de Pasifik Okyanusu’nda (Califomia açıklan) 1.370 metreye dalarak derinlik rekorunu yüzde 50 yükseltti, ama dünya hiç oralı olmamaya kararlı görünüyordu. Hatta *Titans of the* Deep’in gazete eleştirmenlerinden biri filmin starını Beebe sanmıştı. Günümüzde Barton, adı hatırlandığı için bile şanslı sayılır.

Hem zaten İsviçreli bir baba-oğulun gölgesi altında kalmak üzereydi. Auguste ve Jacques Piccard, batiskaf (“derin gemisi”) diye adlandırılan yeni bir dalış aracı tasarlamaktaydılar. İnşa edildiği İtalyan kenti *Trieste'nin* adını taşıyan bu yeni araç, sualtına inip çıkmaktan başka pek bir marifeti olmamakla birlikte, bağımsız manevralara elverişliydi. 1954 başlarındaki ilk dalışlarından birinde, Barton’ın altı yıl önceki rekor dalışının neredeyse üç misli derinliğe, 4.000 metrenin altına indi. Ama derin-deniz dalışları büyük mali destek gerektiriyordu ve Piccard’lar da yavaş yavaş sıfırı tüketmekteydiler.

1958’de ABD Donanması’yla, sahipliği Donanma’ya, kontrolü Piccard’lara bırakan bir anlaşma yaptılar. Cepleri bolca para gören Piccard’lar aracı yeniden inşa ederek, duvar kalınlığını neredeyse 13 santimetreye çıkardılar ve pencereleri iyice küçülterek çaplarını yalnızca 5 santimetreye, yani neredeyse göz deliği boyutlarına indirdiler. Ama araç artık muazzam basınçlara dayanabilecek hale gelmişti. Ocak 1960’ta Jacques Piccard ve ABD Donanması’ndan Teğmen Don Walsh, Batı Pasifik’te, Guam’ın 400 kilometre kadar açığında bir dalış gerçekleştirerek, okyanusun en derin kanyonu olan ve Harry Hess’in mâlum iskandiliyle keşfettiği Mariana Çukuru’nun dibine yavaşça indiler. 10.918 metreye inmek dört saatten az vakitlerini aldı. Bu derinlikte basınç inçkare başına 17.000 libreye yaklaştığı halde, yere değdikleri an dipte yaşayan bir tür yassıbalığı rahatsız ettiklerini hayretle fark ettiler. Fotoğrafçekmelerine olanakyoktu, dolayısıyla bu olayın hiçbir görsel belgesi bulunmamaktadır.

Dünyanın en derin noktasında yalnızca yirmi dakika geçirdikten sonra yüzeye döndüler. İnsanoğlunun bu derinliğe ilk ve son inişiydi bu.

Kırk yıl sonra doğal olarak akla gelen soru şudur: O zamandan bu yana oraya neden tekrar gidilmedi? Öncelikle, daha sonraki dalışlara Koramiral Hyman G. Rickover tarafından şiddetle karşı çıkıldı. Rickover sert tabiatlı bir adamdı, keskin görüşleri vardı ve en önemlisi, Donanma bütçesi onun

kontrolü altındaydı. Sualtı araştırmalarını bir kaynak kaybı olarak görüyor ve Donanma'nın bir araştırma kurumu olmadığını savunuyordu. Üstelik, uzay yolculuğu ve Ay'a insan gönderme arayışı ülke gündeminin zirvesine oturmak üzereydi ve bu da derindeniz araştırmalarının önemsiz ve nispeten demode görünmesine yol açıyordu. Ama en belirleyici etken, *Trieste* dalışının pek bir işe yaramadığı doğrultusundaki yaygın görüştü. Bir Donanma yetkilisinin yıllar sonra açıkladığı gibi: "Bu dalış, olanaksızlığı dışında bize pek bir şey öğretmedi. Tekrar denemeye ne lüzum var?" Bir yassıbalık bulmak için onca yolu gitmek zahmetli bir işti, üstelik pahalıydı da. Aynı yolculuğu bugün tekrarlamanın en az 100 milyon $'a patlayacağı hesaplanmıştır.

Donanma'nın taahhüt ettiği bir araştırma programını sürdürmeye hiç niyetli olmadığı sualtı araştırmacıları tarafından anlaşılınca kıyamet koptu. Donanma, kısmen itirazları yatıştırmak amacıyla, Massachusetts'teki Woods Hole Oşinografi Enstitüsü'nün işleteceği daha gelişmiş bir dalış aracının yapımı için kaynak temin etti. Okyanusbilimci Allyn C. Vine'ı kerhen onurlandırmak için *Alvin* adı verilen araç, *Trieste'nm* indiği derinliklere hiç yaklaşamayacak da olsa, her türlü manevra yeteneğine sahip bir mini-denizaltı olacaktı. Ama bir sorun vardı: Tasarımcılar onu inşa etmeye istekli birini bulamıyorlardı. *The Universe Below* (Aşağıdaki Evren) adlı kitabın yazarı William J. Broad'a göre: "Donanma'ya denizaltı imal eden General Dynamics benzeri hiçbir büyük şirket, hem Gemi Dairesi'nin hem de Amiral Rickover'ın onaylamadığı, yani Donanma patronajının tanrıları tarafından hoş karşılanmayan bir projeyi üstlenmek istemiyordu." Zor oldu, ama *Alvin* nihayet gıda şirketi General Mills tarafından, kahvaltılık tahıl gevreği üreten makinelerin yapıldığı bir fabrikada inşa edildi.

Derinlerde başka neler olduğuna gelince... İnsanların bu konudaki fikirleri gerçekten de yok denecek kadar azdı. 1950'lere dek, okyanusbilimcilerin hizmetine sunulan en iyi haritaların çok büyük bir bölümü, 1929'ların muhtelif etütlerinden derlenmiş ve esas itibariyle varsayımsal bir okyanusa monte edilmiş bölük pörçük detaylara dayalıydı. Donanma'nın elindeyse, denizaltı gemilerini kanyonlar arasında ve guyotlar etrafında yönlendirebilecek kusursuzlukta haritalar vardı, ama Donanma bu bilgilerin Sovyetlerin eline geçmesini istemediğinden haritalarını sır gibi

saklardı. Akademisyenler de ellerindeki üstünkörü ve çağdışı etütlerle yetinmek ya da umutlu tahminlerden medet ummak zorundaydılar. Günümüzde bile, okyanus tabanları hakkındaki bilgilerimiz çarpıcı derecede muğlaktır. Aya standart bir amatör teleskopuyla bakacak olursanız, her biri spesifik adlarla tanımlı kraterler görürsünüz: Fracastorious, Blancanus, Zach, Planck ve bütün aybilimciler tarafından bilinen diğerleri. Halbuki aynı kraterler kendi okyanus tabanlarımızda olsaydı adları sanları bilinmeyecekti. Elimizdeki Mars haritaları kendi deniz yataklarımızın haritalarından daha ayrıntılıdır.

Yüzey seviyesindeki araştırma teknikleri de son derece eğreti ve yetersiz kalmıştır. 1994’te, 34.000 buz hokeyi eldiveni Pasifik’te bir fırtına sırasında Koreli bir kargo gemisinden denize uçtu. Eldivenler Vancouver’dan Vietnam’a kadar her yana dağılarak, okyanusbilimcilerin daha evvel eşi görülmemiş derecede isabetli akıntı haritaları çıkarmalarını sağladı.

Bugün *Alvin* neredeyse kırk yaşında, ama hâlâ Amerika’nın başta gelen araştırma gemisi. Mariana Çukuru’nun bulunduğu derinliğe yakın derinliklere inebilen bir dalış aracı hâlâ yok ve gezegen yüzeyinin yarısından fazlasını kaplayan “abisal düzlüğün” (derin okyanus tabanının) derinliklerine ulaşabilen araç sayısı da, *Alvin* dahil beş. Tipik bir dalış aracının işletim maliyeti günde 25.000 $’ı bulur, dolayısıyla böyle bir aracın suya indirilmesi pek öyle keyfe tabi bir şey değildir, şans eseri ilginç bir şeye toslar umuduyla denize salındığınaysa çok rastlanmaz. Yeryüzünü, karanlık bastıktan sonra bahçe traktörleriyle keşfe çıkan beş adamın çalışmaları sayesinde tanıdığımızı farz edin. Sualtı dünyası için söz konusu olan durum aynen buna benzer. Robert Kunzig’e göre insanlar “karanlık denizlerin belki anca milyonda birini ya da milyarda birini inceleyebilmişlerdir. Belki daha da azını. Belki çok daha azını.”

Bununla birlikte, okyanusbilimcilerin en baskın özelliği çalışkanlıklarıdır ve imkânları çok kısıtlı olduğu halde birkaç önemli buluşa imza atmışlardır. Yirminci yüzyılın en önemli ve sarsıcı biyolojik keşiflerinden biri olan 1977 keşfi, de bu buluşlardan biridir. O sene *Alvin,* Galapagos Adaları açıklarındaki derindeniz bacaları civarının büyük organizma kolonileriyle dolup taştığını bulguladı: Derin-deniz bacalarının

üstünde ve etrafında boyu 3 metreyi aşan tüp solucanları, 30 santim eninde deniztarakları, sayısız karides ve midye, spagetti gibi birbirine dolanan solucanlar yaşıyordu. Hepsi de varoluşlarını bereketli bakteri kolonilerine borçluydu. Bakterilerse *kendi* enerji ve besinlerini bacalardan durmaksızın boşalan ve yüzey yaratıkları için son derece toksik olan hidrojen sülfürden alıyordu. Gün ışığından, oksijenden ve normalde yaşamla bağdaştırdığımız her şeyden bağımsız bir dünyaydı orası. Bu yaşam sistemi, fotosenteze değil, kemo-senteze dayalıydı: hayal gücü kuvvetli biri tarafından öne sürüldüğü takdirde biyologların abes bulup yadsıyacakları bir modele.

Derin-deniz bacalarından inanılmaz miktarlarda ısı ve enerji boşalır. Bunlardan iki düzinesi bir araya geldiğinde büyük bir enerji santralı kadar enerji üretir ve etraflarındaki ısı farklılıkları da muazzamdır. Fışkırma noktasında su sıcaklığı 400 santigrat dereceye ulaşabilirken, birkaç metre ötede donma noktasından yalnızca iki üç derece yüksek olabilir. *Alvinellid* adı verilen bir solucan türünün tam sınırlarda yaşadığı bulgulandı, öyle ki solucanın baş çevresindeki su sıcaklığı kuyruk çevresindekinden 78 santigrat derece daha sıcaktı. Bundan evvel hiçbir kompleks organizmanın yaklaşık 54 santigrat dereceden sıcak sularda yaşayamayacağı düşünülürdü, ama işte *hem* bundan çok daha sıcak *hem de* aşırı soğuk sularda yaşayabilen bir canlı keşfedilmişti. Bu keşif, yaşama elverişli koşullara ilişkin anlayışımızı tamamen değiştirdi.

Aynı zamanda okyanusbilimin büyük bilmecelerinden birini çözüme kavuşturdu. Çoğumuzun bir bilmece olduğunu dahi bilmediğimiz bu soru, okyanusların neden zamanla tuzlulaşmadığıydı. Herkesin zaten çok iyi bildiği bir şeyi tekrar hatırlatmış olmak pahasına, denizlerde bulunan tuz miktarının gezegen üstündeki her kara parçacığını 150 metre derinliğe gömmeye yetecek kadar fazla olduğunu vurgulamak istiyorum. Nehirlerin denizlere mineraller taşıdığı ve bu minerallerin okyanus suyundaki iyonlarla birleşerek tuzları oluşturduğu yüzyıllardır bilinen bir gerçekti. Buraya kadar sorun yok. Kafaları karıştıran, denizlerin tuzluluk düzeylerinin sabit kalmasıydı. Okyanustan her gün milyonlarca galon tatlı su, tuzunu olduğu gibi geride bırakarak uçup gider, dolayısıyla mantıken denizlerin yıllar geçtikçe tuzlulaşması gerekir, ama hal böyle değildir. Suya eklenene eşit miktarda tuzu ondan alan bir süreç vardır. Çok uzunca bir süre, bu süreçten neyin sorumlu olabileceğini kimse anlayamadı.

A/vin'in derin-deniz bacalarını keşfi bu soruya bir cevap temin etti. Jeofizikçiler bacaların akvaryum filtrelerininkine çok benzer bir işlevde bulunduğunu fark ettiler: Su yerkabuğunun derinliklerine indikçe tuzundan arınıyor ve sonunda temiz su olarak bacalardan geri püskürüyordu. Bu süreç hızlı değildir: Bir okyanusun temizlenmesi on milyon yıl kadar vakit alabilir. Ama aceleniz olmadığı sürece fevkalade etkili bir süreçtir.

Belki de hiçbir şey, okyanusun derinliklerine olan psikolojik uzaklığımızı Uluslararası Jeofizik Yılı ilan edilen 1957-58 döneminde okyanusbilimciler için saptanan ana hedeften daha açık anlatamaz: "okyanus derinliklerinin radyoaktif atık çöplüğü olarak kullanılması." Bunun gizli bir görev olduğunu filan sanmayın sakın, aleni bir övünç kaynağıydı. Hatta, pek afişe edilmemesine karşın, 1957-58'e gelindiğinde radyoaktif atıkların okyanus derinliklerine dökülmesi projesi çoktan başlatılmış ve dehşete düşüren bir gayretle on yıldır sürdürülmekteydi. 1946'dan beri, Amerika Birleşik Devletleri 55 galonluk varillere doldurulmuş radyoaktif çöpleri Califomia kıyısından 50 kilometre kadar uzağa, San Francisco yakınlarındaki Farallon Adaları'na gemilerle taşıyıp kolay yoldan denize atmaktaydı.

Her şey olağanüstü bir fütursuzluk içinde yapılıyordu. Kullanılan varillerin çoğu, benzin istasyonlarının arka taraflarında paslanmaya terk edildiğini ya da fabrikaların önüne dizildiğini gördüğünüz türden, hiçbir koruyucu astar çekilmemiş varillerdi. Batmadıkları zaman (ki genellikle batmazlardı), Donanma nişancıları varillerin içine hava girmesini (ve elbette, plütonyum, uranyum ve stronsiyumun dışarı çıkmasını) sağlamak için onları mermilerle delik deşik ederlerdi. Bu gidişe l 990'larda dur denene kadar, Amerika Birleşik Devletleri yaklaşık elli okyanus bölgesine yüzlerce bin varil attı. Yalnızca Farallon Adaları'na neredeyse elli bin varil atıldı. Ama ABD hiçbir açıdan yalnız değildi. Okyanuslara çöplük muamelesi yapmaya meraklı diğer milletler arasında Rusya, Çin, Japonya, Yeni Zelanda ve neredeyse tüm Avrupa ülkeleri vardı.

Peki bütün bunlar deniz altındaki yaşamı nasıl etkilemiş olabilir? Eh, çok az etkilediğini umuyoruz, ama aslında hiçbir fikrimiz yok. Deniz altındaki yaşam konusundaki cehaletimiz afallatıcı, tüyler ürpertici, olağanüstü boyutlarda. Okyanusların en kudretli yaratığı olan büyük mavi

balina dahil, en cüsseli okyanus canlılarını bile genellikle inanılmaz derecede az tanıyoruz. Mavi balina öyle devasa boyutlara sahip bir yaratıktır ki, (David Attenborough'nun sözleriyle) "dili bir fil kadar ağır, kalbi bir araba büyüklüğündedir ve kan damarlarından bazıları o kadar geniştir ki içinde yüzebilirsiniz." Yerküre'nin şimdiye dek ürettiği en heybetli hayvandır. Dinozorların en kocamanlarından bile büyüktür. Bununla birlikte, mavi balinaların yaşamlarının büyük kısmı bizim için muammadır. Onların nerede yaşadıkları, mesela yavrulamak için nereye gittikleri ya da oraya varmak için hangi yolları izledikleri hakkında genellikle hiçbir fikrimiz yoktur. Haklarındaki sınırlı bilgilerimizin hemen hepsi, şarkılarına gizlice kulak kabartarak öğrendiklerimizden gelir, ama onlar bile muammadır. Mavi balinaların bazen bir şarkıyı yarıda kesip, altı ay sonra kaldıkları yerden devam ettikleri olur. Bazen hiçbir üyelerinin daha evvel duymuş olamayacağı, ama her birinin ezbere bildiği yeni bir şarkıya başlarlar. Bunu nasıl yapabildiklerine kimse akıl erdirememiştir. Üstelik bunlar nefes almak için düzenli aralıklarla yüzeye çıkmaya mecbur hayvanlardır.

Yüzeye çıkmaya hiç ihtiyaç duymayan hayvanlar için daha da kıvrandırıcı bir bilinmezlik söz konusu. Efsanevi dev mürekkepbalığını ele alalım. Mavi balinayla aynı kefeye konulamayacağı halde, son derece cesametli bir hayvandır: Futbol topu büyüklüğünde gözleri vardır, dokunaçlarının uzunluğu 18 metreyi bulabilir. Neredeyse bir ton ağırlığındadır ve dünyanın en büyük omurgasızıdır. Onlardan bir tanesini ev tipi bir yüzme havuzunun içine atacak olsanız, havuzda başka pek bir şeye yer kalmaz. Mamafih, hiçbir bilim adamı, hatta bildiğimiz kadarıyla hiçbir insan, dev bir mürekkepbalığını canlı görmemiştir. Zoologlar dev mürekkepbalıklarından birini canlı yakalamak ya da bir anlığına olsun görmek için uğraşmaya kariyerlerini adamış, ama hep başarısız olmuşlardır. Onları en çok, sahillere vuran ölülerinden tanırız: Leşleri nedense genellikle Yeni Zelanda'nın South Island sahillerine vurur. Çok sayıda olmalılar, çünkü ispermeçet balinasının diyetinde esaslı bir yerleri var ve ispermeçet balinaları da hayli obur olurlar.[1]

Bir tahmine göre, denizlerde yaşayan ve çoğu hâlâ keşfedilmemiş olan hayvan türlerinin sayısı otuz milyonu buluyor olabilir. Derin denizlerde yaşamın ne kadar bereketli olduğunu gösteren ilk ipucu, yakın zaman

öncesine kadar elde edilemedi. Yalnızca deniz tabanındaki ve civarındaki organizmaları değil, alttaki tortullara gömülü olanları da yakalayan tarama aygıtı “epibentik kızak” ancak 1960’larda icat edildi. Kıta sahanlığı boyunca yapılan ve bir saat süren tek bir trol avı neticesinde, Woods Hole Oşinografi Enstitüsü’nün okyanusbilimcilerinden Howard'Sandler ile Robert Hessler’ın ağlarına 365 türü temsil eden 25.000 yaratık (solucanlar, denizyıldızları, denizhıyarları, vb.) takıldı. Yaklaşık 5 kilometre derinlikte bile, aşağı yukarı 200 organizma türünü temsil eden 3.700 kadar yaratık bulundu. Ama bu tarama yöntemiyle yalnızca ağlardan kaçamayacak kadar ağırcanlı ya da aptal yaratıklar avlanabiliyordu. 1960’ların sonlarında, John Isaacs adında bir deniz biyologu, ucuna yem takılmış bir kamerayı suya indirmeyi akıl etti ve daha da fazlasını buldu: mesela, kıvrak sülükbalığı sürüleri, ilkel bir yılanbalığımsı yaratık, ayrıca sürüler halinde ok gibi yüzen sıçankuyruk balıkları. Besleyici bir gıda kaynağının, sözgelimi dibe çöken bir balina leşinin aniden ortaya çıktığı yerlerde 390 tür deniz yaratığının kendine ziyafet çektiği bulgulandı. İşin ilginç yanı, bu yaratıklardan pek çoğu 1.600 kilometre mesafedeki sıcak su bacalarından gelmişti. Aralarında, midyeler ve deniztarakları gibi, fazla hareket kabiliyetine sahip olduğu söylenemeyecek türler de vardı. Bu duruma günümüzde şöyle bir açıklama getiriliyor: Su içinde gelişigüzel sürüklenip duran bazı organizma larvaları bir gıda kaynağına ulaştıklarını esrarengiz bazı kimyasal yollarla algılayıp kendilerini kaynağın üstüne bırakıyor olabilir.

Madem ki denizler bu kadar engin, onları tüketmeyi neden bu kadar kolay başarıyoruz? Öncelikle, dünya denizleri her yerde aynı derecede cömert değildir. Okyanusların topu topu onda birinden azı, doğal olarak üretken sayılmaktadır. Suda yaşayan canlı türlerinin çoğu, sıcaklığın, ışığın ve gıda zincirini zenginleştirecek bollukta organik maddenin bulunduğu sığ suları sever. Mercan resifleri mesela, okyanus alanının yüzde l ’inden azını oluşturdukları halde okyanus balıklarının yüzde 25’ine yuva olur.

Okyanusun diğer bölgeleri hiç de bu kadar zengin değildir. Mesela Avustralya. Avustralya 36.735 kilometre uzunluğundaki kıyı şeridi ve neredeyse 23 milyon kilometrekare genişliğindeki karasularıyla, kıta sahanlığı açısından her ülkeden daha zengindir. Gelgelelim, Tim Flannery’nin de belirttiği gibi, balıkçılıkta ilk elli ülke arasına girmeyi dahi

başaramaz. Hatta önemli bir deniz mahsulleri ithalatçısıdır. Çünkü Avustralya suları, Avustralya'nın büyük kısmı gibi, baştan aşağı çöldür. (Queensland açıklarındaki Büyük Set Resifi son derece verimli sularıyla dikkate değer bir istisna teşkil eder.) Toprak verimsiz olduğundan, karadan dökülen suların denize besinsel katkıları çok azdır.

Yaşanı barındıran bereketli bölgeler dahi, müdahaleye karşı aşırı derecede duyarlıdır. l 970'lerde çok sayıda Avustralyalı ve daha az sayıda Yeni Zelandalı balıkçı, iki ülkenin kıta sahanlıklarının yaklaşık 800 metre derinliklerinde az bilinen bir balık türünün sürüler halinde yaşadığını keşfettiler. "Orange roughy"[2] diye tanınan bu balık, son derece lezzetli ve boldu. Çok geçmeden, balıkçı filoları yılda 40.000 ton roughy avlamaya başladı. Derken deniz biyologları ürkütücü birtakım keşifler yaptılar. Roughy'ler son derece uzun yaşayan ve yavaş olgunlaşan balıklardı. Bazıları 150 yaşında olabilirdi; yani yediğiniz herhangi bir roughy'nin Kraliçe Victoria döneminde doğmuş olması pekâlâ mümkündü. Roughy'nin bu son derece acelesiz yaşam tarzını benimsemesinin sebebi, yaşadığı suların gıda kaynaklan açısından aşırı fakir olmasıydı. Böyle sularda bazı balıklar hayatları boyunca yalnızca bir kez yumurtlar. Bunların çok fazla müdahaleye göğüs geremeyecek nüfuslar oldukları çok açık. Ne yazık ki durum fark edilene kadar balık nüfusu ciddi biçimde tüketilmişti. Dikkatli bir yönetimle bile bu balıkların uğradıkları kaybı telafi edebilmeleri onlarca yıl alacak, edebilirlerse tabii.

Başka yerlerdeyse okyanuslar bilmeden değil, kasıtlı olarak suistimal edilmiştir. Birçok balıkçı, köpekbalıklannı yüzgeçleri için avlar: Yani yüzgeçlerini kestikten sonra gerisingeriye suya atıp ölüme terk ederler. 1998'de Uzakdoğu'da köpekbalığı yüzgeçleri kilosu 11O $'dan yüksek fiyatlara satılıyordu. Köpekbalığı yüzgecinden yapılan bir kâse çorbanın Tokyo'daki perakende satış fiyatı 100 $'dı. Doğal Hayatı Koruma Vakfı 'nın 1994'teki tespitlerine göre, her yıl öldürülen köpekbalığı sayısı 40 milyon ile 70 milyon arasındaydı.

1995 itibariyle, 37.000 kadar endüstriyel balıkçı gemisinin ve bir milyon kadar küçük teknenin denizlerden çıkardığı toplam balık sayısı, yirmi beş yıl öncesi için geçerli olan sayının iki katıydı. Günümüzde trol tekneleri bazen yolcu gemileri kadar büyük olabiliyor ve arkalarında

sürükledikleri ağlar da bir düzine jumbo jetin sığabileceği büyüklükte. Bazıları balık sürülerinin yerini havadan tespit etmek için gözcü uçakları bile kullanıyor.

Denizden çıkarılan her balık ağının dörtte biri kadarının “yan-ürün”, yani çok küçük olduğu, yanlış türden olduğu ya da yanlış mevsimde avlandığı için karaya götürülemeyen balıklar içerdiği tahmin ediliyor. Bir gözlemcinin *Economisfe* açıkladığı gibi: “Hâlâ Karanlık Çağlar’ı yaşıyoruz. Ağlan denize atıp bahtımıza ne çıkacak diye bekliyoruz.” Bu istenmeyen balıkların her yıl belki 22 milyon ton kadarı gerisingeriye denize atılıyor, hem de çoğunlukla ölü olarak. Yakalanan her bir kilo karides uğruna, yaklaşık dört kilo balık ve diğer deniz yaratıkları feda ediliyor.

Kuzey Denizi’nin dibindeki geniş bölgeler, yılda yedi defa gibi bir sıklıkla kemereli trol tekneleri tarafından silinip süpürülüyor. Hiçbir ekosistem böylesine şiddetli bir müdahaleye dayanamaz. Kuzey Denizi’nde yaşayan türlerin en az üçte ikisinin aşırı ava tabi kaldığı tahmin ediliyor. Atlantik’te de durum daha iç açıcı değil. Halibut bir zamanlar New England açıklarında öyle bol bulunurdu ki her balıkçı teknesi günde 9 ton kadar halibut avlayabilirdi. Şimdiyse halibutun nesli Kuzey Amerika’nın kuzeydoğu kıyısı açıklarında neredeyse tükendi.

Yine de hiçbir şey morina balığının kaderiyle mukayese edilemez. On beşinci yüzyıl sonlarında kâşif John Cabot, Kuzey Amerika’nın doğu sığlıklarında inanılmaz sayılarda morina balığı bulmuştu. (Morina gibi dipten beslenen balıklar sığ suları pek sever.) Balıklar o kadar boldu ki, Cabot’ın hayretle gözlemlediği gibi, denizciler suya sepet daldırarak yakalıyorlardı onları. Sığlıklardan bazıları son derece genişti. Massachusetts’teki Georges Banks sığlığı, eteklerine yaslandığı eyaletten daha büyüktür. Newfoundland’deki Grand Banks ondan da geniştir ve asırlardır morina balıklarına yuva olmuştur. Bu sığlıklarda balığın hiç tükenmeyeceği sanılırdı. Bal gibi tükenebilirdi oysa.

1960’a gelindiğinde, Kuzey Atlantik’te yumurtlayan morina sayısı tahminen 1,6 milyon tona düşmüştü. 1990’da bu sayı iyice azalarak 22.000 tona indi. Ticari açıdan, morina balığının nesli tükenmişti. “Balıkçılar,” diye yazdı Mark Kurlansky, büyüleyici tarihçesi Cod’da, “hepsini yakalamışlardı.” Morina balığına Batı Atlantik’te belki de bir daha hiç

rastlanmayacak. 1992’de Grand Banks’te morina avı tamamen yasaklandı, ama *Nature'da* yayınlanan bir habere göre 2002 güzü itibariyle balık nüfusları henüz eski bereketine kavuşmuş değil. Kurlansky, balık fileto ve parmak balık pane gibi yemeklerin eskiden hep morinayla yapıldığını, zamanla morinanın yerini önce mezgit balığına, Atlantik iskorpitine ve son olarak da Pasifik kömürbalığına bıraktığını belirtiyor. Bugünlerde balık yemek isteyen, diye burukça ekliyor, “umduğunu değil, bulduğunu yer.”

Başka pek çok deniz ürünü için de aynı şey söylenebilir. Rhode Island açıklarındaki New England dalyanlarından 9 kilo ağırlığında ıstakozlar çıkarmak bir zamanlar gayet olağan bir şeydi. Bu ıstakozların ağırlıkları bazen 13 kiloyu aşardı. Kendi hallerine bırakıldıklarında ıstakozlar onlarca yıl (tahminen yetmiş yaşına kadar) yaşayabilir ve ölene kadar büyümeye devam ederler. Şimdilerde, yakalandığında 1 kilodan fazla çeken ıstakozlara nadiren rastlanıyor. “Biyologların tahminlerine göre,” deniyor *New York Times'*da, “yasalarca öngörülen minimum büyüklüklerine altı yaşlarında ulaşan ıstakozların yüzde 90’ı, yeterince büyümelerini izleyen bir sene içinde yakalanıyor.” Hasılattaki azalmaya rağmen, devletin ve eyaletin sağladığı vergi teşviklerinin kışkırtıcılığına, hatta bazen zorlayıcılığına karşı koyamayan New England balıkçıları, daha büyük tekneler edinmeye ve denizlerdeki talanı daha da yoğunlaştırmaya devam ediyorlar. Bugün Massachusetts’li balıkçılara av olarak kala kala çirkin sülükbalıkları kaldı, ki ancak Uzakdoğu’daki kısıtlı bir pazarda alıcı bulan bu balıkların bile sayıları azalmaya yüz tuttu artık.

Deniz yaşamına hükmeden dinamikler konusunda çok cahiliz. Deniz yaşamı aşırı balık avına maruz kalmış bölgelerde haddinden fazla yoksullaşırken, doğal koşullar yüzünden fakirleşmiş bazı sular haddinden fazla yaşam barındırıyor. Antarktika etrafındaki güney okyanusları dünyanın bitkisel plankton[3] üretiminin ancak yüzde 3 kadarından sorumlu: tik bakışta bu oran kompleks bir ekosistemi destekleyemeyecek kadar düşük görünür, ama bal gibi destekler. Yengeç yiyen foklardan bahsedildiğini çok az insan duymuştur, halbuki onlar insanlardan sonra dünyanın belki de en kalabalık ikinci hayvan türüdür. Antarktika civarındaki denizbuzlarında38 çok sayıda (15 milyon kadar) fok yaşıyor olabilir. Ayrıca 2 milyon Weddel foku, en az yarım milyon imparator pengueni ve belki 4 milyon kadar Adelie pengueni de vardır. Gıda zinciri

işte bu yüzden her an yıkılıverecekmiş gibi görünen, havaleli bir ağırlığa sahiptir, ama bu dengesizlik her ne hikmetse iş görür. Ne ilginçtir ki, bunun nasıl mümkün olabildiğini bilen yoktur.

Bütün bunlar, Yerküre'nin en büyük sistemi hakkında ne az şey bildiğimizi vurgulamanın gayet dolambaçlı bir yolu. Ama zaten, geri kalan sayfalarda göreceğimiz gibi, yaşam hakkında konuşmaya başladığınız an, nasıl ortaya çıktığı şöyle dursun, var olduğunu dahi bilmediğimiz bir sürü sistem bulunduğunu anlarız.

19

YAŞAMIN DOĞUŞU

1953'te, Chicago Üniversitesi'nde lisansüstü öğrenim gören Stanley Miller, küçük bir şişeye ilkel bir okyanusu temsilen biraz su, ikinci bir şişeye de Yerküre'nin ilk atmosferini temsilen metan, amonyak ve hidrojen gazlarından oluşan bir karışım koydu. Sonra bu iki şişeyi lastik hortumlarla birbirine bağlayıp, içlerine yıldırım niyetine elektrik kıvılcımlan gönderdi. Birkaç gün sonra, şişelerdeki su, bol bol amino asit, şeker ve diğer organik bileşimler içeren yeşilimtırak bir bulamaca dönüşmüştü. "Şayet Tanrı bu işi böyle yapmadıysa," diye gözlemledi Miller'ın sevinçten havalara uçan danışmanı Nobel ödüllü Harold Urey, "büyük fırsat kaçırmış demektir."

O günlerde basında yer alan haberler, insanoğlunun yaşam yaratmak için tek yapması gerekenin malzemeleri bir güzel karıştırmak olduğunu ima edercesine abartılıydı. Oysa zamanla anlaşılacağı gibi, bu iş o kadar basit değildi. O zamandan bu yana yarım yüzyıldır sürdürülen çalışmalara karşın, yaşam sentezine 1953 'te olduğumuzdan daha yakın değiliz, üstelik bunu yapabileceğimizi düşünmekten de epey uzaklaştık artık. Günümüzde bilim adamları, dünyanın ilk atmosferinin Miller'la Urey'nin gazlı karışımı kadar gelişime elverişli bir ortamla hiç alakası olmadığına, reaktiflik açısından çok daha kısıtlı bir nitrojen ve karbondioksit karışımı olduğuna hayli eminler. Miller'ın bu zorlaştırıcı unsurlar katılarak tekrarlanan deneyleri şimdiye dek oldukça ilkel özelliklere sahip tek bir amino asit üretebildi. Sorun amino asit yaratmakta değil zaten. Sorun, protein yaratmakta.

Proteinler amino asitlerin bir araya gelip dizilmesiyle oluşur ve insanların çok sayıda amino aside ihtiyacı vardır. Gerçek rakamı kimse bilemez, ama insan vücudunda bir milyon çeşit protein bulunuyor olabilir ve bu proteinlerden her biri küçük birer mucizedir. Tüm olasılık yasalarına göre, proteinlerin aslında var olmaması gerekir. Bir protein yapmak için (köklü bir gelenek uyarınca "yaşamın yapıtaşları" olarak anmakla yükümlü olduğum) amino asitleri belli bir sırayla bir araya getirmeniz gerekir: tıpkı bir kelime yazmak için harfleri belli bir sırayla dizmeniz gerektiği gibi. Yaygın bir protein tipinin adı olan *kolajen* sözcüğünü yazmak için yedi harfi doğru sırayla dizmelisiniz. Ama kolajen *yapmak* için, 1.055 amino asidi tam tamına doğru sırayla düzenlemek zorundasınız. Yine de onu *siz yapmış olmazsınız.* (Son derece açık ve kritik bir husustur bu.) O kendi kendini yapar, kendiliğinden, hiç yönlendirilmeden. Mucize de işte burada başlar.

Kolajen gibi 1.055 amino asitlik bir proteinin kendiliğinden oluşma olasılığı, açıkçası sıfırdır. Kolajenin kendiliğinden oluşmasını beklemek, olmayacak duaya amin demektir. Bunun ne uzak bir ihtimal olduğunu anlamak için, gözlerinizin önüne Las Vegas'ta kullanılanlara benzer standart bir "slot machine"39 getirin. Hayalinizde makineyi iyice (daha doğrusu 27 metre kadar) genişletin, öyle ki üç ya da dört yerine 1.055 çark alabilecek hale gelsin. Ve her çarkın üstünde yirmi sembol olsun (en yaygın amino asitlerden her biri için bir tane).[4] 1.055 sembolün l.055'inin birden doğru sırayla dizilmesi için kolu kaç defa çekmeniz gerekir? Neredeyse sonsuza dek. Çark sayısını 200'e indirseniz dahi (ki aslında bir protein için daha tipik bir amino asit sayısıdır bu) 200 tanesinin birden gereken sırayla dizilme şansı 10^{260}'ta (1'in sağına 260 sıfır ekleyeceksiniz) 1 'dir. Evrendeki bütün atomlardan büyük bir sayıdır bu.

Uzun lafın kısası, proteinler kompleks varlıklardır. Protein standartlarına göre cüce sayılacak küçüklükteki hemoglobin yalnızca 146 amino asit uzunluğundadır, ama o bile $10^{19}0$ olası amino asit kombinasyonu sunar. Tevekkeli değil, Cambridge Üniversitesi kimyacılarından Max Perutz hemoglobini çözmek için neredeyse bütün kariyerini bu işe adayıp yirmi üç sene uğraş vermek zorunda kalmış. Gelişigüzel olayların tek bir protein üretmesi bile çarpıcı derecede olanaksız görünür. Bu oluşum, astronom Fred Hoyle'ın renkli teşbihiyle, bir hurdalıkta fırıl fırıl dönen bir hortumun,

ardında kusursuzca monte edilmiş bir jumbo jet bırakması kadar olanaksızdır.

Ama burada, her biri eşsiz olan ve yine her biri sağlık ve mutluluğumuzun devamı için (bildiğimiz kadarıyla) hayati önem taşıyan birkaç yüz bin, belki bir milyon protein çeşidinden bahsediyoruz. Gerisi çorap söküğü gibi gelir. Bir proteinin işe yaraması için amino asitleri doğru sırayla bir araya getirmesi yetmez, sonra da bir nevi kimyasal origamiyle kendi kendini katlayarak çok spesifik bir şekle sokması gerekir. Bir protein bu yapısal kompleksliğe ulaşmış olsa da, kendini çoğaltamadığı takdirde hiçbir işinize yaramaz ve proteinler kendilerini çoğaltamaz. Bunun için DNA'ya ihtiyacınız vardır. DNA replikasyonda ustadır, kendini birkaç saniye içinde kopyalayabilir, ama bundan başka hemen hiçbir şey yapamaz. Demek ki paradoksal bir durumla karşı karşıyayız. Proteinler DNA'sız var olamaz ve DNA da proteinsiz işe yaramaz. Öyleyse, birbirlerini desteklemek amacıyla kendiliklerinden ortaya çıktıklarını mı varsayacağız? Eğer öyleyse: Vay canına!

Dahası var. DNA, proteinler ve yaşamın diğer unsurları, bir tür zarın muhteviyatı olmadıkları takdirde serpilemezler. Hiçbir atom ya da molekül bir zardan bağımsız olarak can bulmamıştır. Vücudunuzdan kopardığınız bir atom, koparıldığı andan itibaren bir kum tanesinden daha canlı değildir. Yaşamın unsurları ancak besleyici ve korunaklı bir hücre içinde bir araya gelince yaşam adını verdiğimiz muhteşem dansa katılabilir. Zan olmayan bir atom ilginç bir kimyasal maddeden başka hiçbir şey değildir. Ama kimyasal maddeleri olmayan bir zar da hiçbir işe yaramaz. Fizikçi Paul Davies'in sözleriyle, "Madem her şeyin başka her şeye ihtiyacı var, moleküller topluluğu başlangıçta nasıl doğdu?" Bu doğuş, mutfağınızdaki malzemelerin bir şekilde bir araya gelip kendi kendine pişerek kek haline gelmesine benzer, hem de gerektiği zaman daha da bölünüp *başka* kekler üretebilecek bir kek. Buna tevekkeli yaşam mucizesi demiyoruz. Bu mucizeyi hâlâ pek iyi anlayamamış olmamıza da şaşmamalı.

O halde bütün bu harikulade kompleksliğin açıklaması ne? Olasılıklardan biri de şu: Belki de durum ilk bakışta göründüğü kadar harikulade değildir. Mesela şu varoluşlarına akıl sır erdiremediğimiz proteinleri ele alalım. Bir araya gelişlerinde gördüğümüz mucize,

oluşumlarını tamamen tamamlamış vaziyette ortaya çıktıklarını varsaymamızdan ileri gelir. Ama ya yaratılışın büyük “slot machine”inde (kumarbazın işine yarayabileceğine inandığı birkaç kirazı elinde tutabilmesine benzer biçimde) birtakım çarklar sabitlenebiliyorsa? Başka bir deyişle, ya proteinler ansızın oluvermediyse? Ya *evrimleştilerse?*

İnsanoğlunu oluşturan karbon, hidrojen, oksijen gibi bileşenlerin hepsini alıp, biraz suylabirlikte bir konteynere koyduğunuzu, bir güzel karıştırdığınızı ve oluşumunu tamamlamış bir insanın ortaya çıkıverdiğini farz edin. Çok şaşırırdınız değil mi? Evet, proteinlerin kendiliğinden ve aynı anda oluştuğu ileri sürüldüğünde, Hoyle’ın ve aralarında birçok ateşli yaratılışçının[5] da bulunduğu diğer bilim adamlarının itirazı, esas itibariyle bu olmuştu. Proteinler öyle oluşmadı. Çünkü öyle oluşmuş olamazlar. *The Blind Watchmaker* (Kör Saatçi) adlı yapıtında Richard Dawkins’in savunduğu gibi, amino asitlerin topaklar halinde bir araya gelmesini sağlayan birikimli bir tür seçme işlemi meydana gelmiş olmalı. Belki iki üç amino asit basit bir amaç için birleşti, derken bir süre sonra kendilerine benzeyen bir diğer küçük kümeye tosladılar ve bunu yaptıkları zaman durumlarında ekstra bir iyileşme “keşfettiler.”

Yaşamla bağdaştırılan türden kimyasal reaksiyonlar aslında gayet olağan şeylerdir. Onları Stanley Miller’la Harold Urey’ye öykünerek laboratuvarda oluşturmak boyumuzu aşan bir iş olabilir, ama evren bu işi zaten gayet iyi becermektedir. Doğada bir sürü molekül bir araya gelerek polimerler denilen uzun zincirler oluşturur. Şekerler nişastalara dönüşmek için boyuna birleşir. Kristallerin adeta canlıymış gibi yapabildiği bir dolu iş vardır: Kopyalanabilir, çevresel uyarılara karşılık verebilir, anlamlı bir komplekslik geliştirebilirler. Hiçbir zaman can taşımamışlardır elbette, ama kompleksliğin doğal, spontane, tam anlamıyla olağan bir hadise olduğunu tekrar tekrar kanıtlarlar. Evren genelinde çok fazla yaşam olabilir de, olmayabilir de, ama kendiliğinden oluşmuş sıralı dizilişlerin haddi hesabı yoktur: Kar tanelerinin büyüleyici simetrisinden tutun, Satürn’ün güzel halelerine kadar her şeyde bulabilirsiniz onları.

Maddeleri bir araya gelmeye sevk eden bu doğal dürtü öyle kuvvetlidir ki, günümüzde birçok bilim adamı, yaşamın sandığımızdan daha kaçınılmaz olabileceğine inanıyor. Belçikalı biyokimyacı ve Nobel Ödülü sahibi

Christian de Duve'nın sözleriyle, "maddenin olduğu yerde mutlaka yaşam da vardır, koşullar elverdiği takdirde yaşam kaçınılmaz olarak ortaya çıkacaktır." De Duve sözünü ettiği elverişli koşullara her galakside belki bir milyon defa rastlanmasının mümkün olduğunu düşünüyordu.

Şüphesiz, bize can veren kimyasal maddelerin öyle ahım şahım bir egzotikliği yoktur. Başka bir canlı varlık, mesela bir Japon balığı, bir göbek marul ya da bir insan yaratmak isteseydiniz, aslında yalnızca dört temel elemente (karbon, hidrojen, oksijen ve nitrojene) ve az miktarlarda birkaç elemente daha (öncelikle kükürt, fosfor, kalsiyum ve demire) ihtiyacınız olurdu. Bunları üç düzine kadar kombinasyonla bir araya getirerek şekerler, asitler ve diğer temel bileşimler oluşturabilir ve istediğiniz her canlıyı inşa edebilirdiniz. Dawkins'in belirttiği gibi: "Canlı varlıkları oluşturan maddelerin özel olan hiçbir yanı yoktur. Canlı varlıklar da başka her şey gibi molekül topluluklarıdır."

Demek ki yaşam hayret verici ve lütufkâr, hatta belki de mucizevidir, ama kendi naçizane varlıklarımızla tekrar tekrar kanıtladığımız gibi, hiç de olanaksız değildir. Yaşamın kökenine ilişkin pek çok ayrıntının tahmini elbette hâlâ oldukça imkânsızdır. Yaşamın filizlenmesi için gereken koşullar hakkında okumuş olduğunuz her şeyde, Darwin tarafından yaşamın beşiği farz edilen "küçük ılık su birikintisi"nden tutun, günümüzde "yaşamın beşiği" sıfatının en popüler adayı sayılan fokurdak derin-deniz bacalarına kadar her senaryoda, su önemli rol oynar. Ama bu senaryoların hepsi de, monomerlerin polimerlere dönüşmesi (yani protein oluşumunun başlaması) için biyolojide "dehidrasyon sentezi" diye adlandırılan şeyin gerekli olduğu gerçeğini göz ardı eder. Başlıca biyoloji metinlerinden bhinde, belki biraz rahatsızlıkla ifade edildiği gibi, "Araştırmacılar bu reaksiyonların ilkel denizlerde ya da hatta herhangi bir sulak ortamda enerji açısından avantajlı olmayacağı konusunda uzlaşırlar, çünkü kütlenin etkisi yasası[6] diye bir şey vardır." Bu durum bir bakıma, bir bardak suya şeker atıp şekerin su içinde küp haline gelmesini beklemeye benzer. Böyle bir şeyin olmaması gerekir, ama doğada her nasılsa olur. Bütün bunların gerçek kimyası, bu kitabın amaçlarına ters düşecek kadar gizemlidir, ama monomerlerin ıslanınca polimerlere dönüşmediğini bilmeniz kâfi. Bu dönüşüm yalnızca bir kere, Yerküre'de yaşamın yaratıldığı zaman olmuş. Bunun nasıl ve neden o

zaman olup başka zaman olmadığı, biyolojinin yanıtsız kalmış en büyük sorularından biridir.

Son onyıllarda yerbilimlerinde yaşanan en büyük sürprizlerden biri de, yaşamın Yerküre tarihinin tam olarak hangi erken döneminde doğduğunun keşfiydi. 1950'lere kadar, yaşamın 600 milyon yıldan kısa bir süredir var olduğu düşünülüyordu. 1970'lere gelindiğinde, birkaç serüvenci şahsiyet, yaşamın belki 2,5 milyar yıl öncesine dayanıyor olabileceğine inanmaya başladı. Günümüzdeyse yaşamın 3,85 milyar yıl önce başladığı düşünülüyor, ama bu inanılmaz derecede erken bir tarih. Çünkü Yerküre'nin yüzeyi 3,9 milyar yıl öncesine kadar katılaşmamıştı bile.

"Bu çabukluktan çıkarabileceğimiz tek mana, elverişli koşullara sahip gezegenlerde evrimleşmenin bakteri türünden canlılar için 'zor' olmadığıdır," diye gözlemlemişti Stephen Jay Gould, 1996'da *York* Times'da. Ya da başka bir yerde ifade ettiği gibi, şu sonuca varmamak elde değildir: "Olabildiğince erken doğmak, yaşamın kimyasal alınyazısıdır."

Yaşamın ortaya çıkışı gerçekten de o kadar çabuk oldu ki, bazı otoritelere göre yaşam dışarıdan yardım almış olmalı, hem de bir hayli fazla miktarda. Yaşamın Yerküre'ye uzaydan gelmiş olabileceği fikrinin şaşırtıcı derecede uzun ve hatta dillere destan bir geçmişi vardır. Büyük âlim Lord Kelvin bu olasılığı 1871 gibi erken bir tarihte İngiliz Bilim Geliştirme Demeği'nin bir toplantısında gündeme getirerek, "yaşam tohumlarının dünyaya bir göktaşı tarafından atılmış olabileceğini" ileri sürmüştü. Ancak bu görüş, Eylül 1969'da bir pazar günü on binlerce Avustralyalı bir dizi ses duvarı patlamasıyla ve gökyüzünde doğudan batıya doğru hızla ilerleyen bir ateş topunun görüntüsüyle irkilene dek, marjinal bir fikir olmaktan öteye gidemedi. Ateş topu geçerken acayip bir çatırtı çıkardı ve kimilerinin ispirtoya benzettiği, kimilerininse yalnızca berbat diye tanımlamakla yetindiği bir koku bıraktı arkasında.

Ateş topu, Melboume'ün kuzeyindeki Goulbum Vadisi'nde kurulu altı yüz nüfuslu bir kasaba olan Murchison'ın üstünde patladı ve bazıları en az 5 kilo çeken topaklar halinde yere yağdı. Bereket versin, kimsenin canı yanmadı. Meteorit, karbonlu kondrit diye bilinen ve nadir rastlanan bir türdendi. Yardımsever kasabalılar bu maddeden 90 kilo kadar toplayıp yetkililere teslim ettiler. Zamanlama bundan iyi olamazdı. *Apollo 11*

astronotları Ay'dan topladıkları bir torba dolusu taşla birlikte geri döneli daha iki ay olmamıştı, dolayısıyla dünyanın dört bir yanındaki laboratuvarlar dünya dışından gelen taşları dört gözle bekliyor, hatta ısrarla talep ediyorlardı.

Murchison meteoridinin 4,5 milyar yıllık olduğu ve tam yetmiş dört çeşit amino asitle bezeli olduğu saptandı. Üstelik bu amino asitlerden sekizine dünyadaki proteinlerin oluşumunda da rastlanıyordu. 2001 sonlarında, yani meteoridin yere düşüşünden otuz iki sene sonra, Califomia'daki Ames Araştırma Merkezi'nden bir ekip, Murchison taşının polioller denilen ve daha evvel dünya dışında hiç rastlanmamış olan kompleks şeker sicimleri de içerdiğini bildirdi.

O zamandan beri dünyaya birkaç karbonlu kondrit daha düştü. Ocak 2000'de Kanada'nın Yukon bölgesindeki Tagish Gölü'ne inen bir tanesi, Kuzey Amerika'nın pek çok bölgesinden izlendi. Bu yeni taşlar da evrenin organik bileşimler açısından gerçekten zengin olduğunu aynı şekilde doğruladı. Halley kuyrukluyıldızının yaklaşık yüzde 25'inin organik bileşimlerden oluştuğu düşünülüyor artık. Bunlara benzer yeterince taşın elverişli bir yere, mesela Yerküre'ye düşmesi halinde, yaşam için gereken temel elementler sağlanmış olur.

Panspermia (yaşamın uzaydan geldiği görüşü) iki sorun içerir. Birincisi, yaşamın nasıl doğduğuna ilişkin hiçbir soruyu yanıtlamaz ve bu doğuşun sorumluluğunu dünya-dışı varlıklara yükler. İkincisi, en saygın yandaşlarını bile bazen sağ-duyusuz diye nitelendirilebilecek spekülasyon seviyelerine sürükleyecek kadar kışkırtıcı bir görüştür. DNA'yı keşfedenlerden biri olan Francis Crick ve meslektaşı Leslie Orgel bile, yaşamın Yerküre 'ye "uzaydan gelen zeki yaratıklar tarafından tohumlandığı" iddiasında bulunmuştur. Bu fikir Gribbin'e göre "bilimsel saygınlığın marjinlerinde" dolaşmaktadır: Ya da başka bir ifadeyle, Nobel ödüllü bir şahsiyetin ağzından çıkmış olmasa deli saçması sayılacak bir görüştür. Fred Hoyle ve meslektaşı Chandra Wickramasinghe de, 3. bölümde değindiğimiz gibi, dış-uzayın bize yalnızca yaşam değil, grip ve hıyarcıklı veba gibi pek çok hastalık da getirmiş olduğunu öne sürmüştü. (Biyokimyacılar tarafından kolaylıkla çürütülmüş fikirlerdir bunlar.) Hoyle'ın iddiası panspermia görüşüne duyulan merakı daha da köreltti. Aynı Hoyle, ki onun yirminci

yüzyılın en büyük bilimsel akıllarından biri olduğunu burada hatırlatmakta sanırım yarar var, önceki bölümlerden hatırlayacağınız gibi, uzaydan gelen kozmik patojenlerin sistemlerimize girmesine engel olmak için delikleri aşağıya bakan burunlar geliştirdiğimizi de ileri sürmüştü.

Yaşamı başlatan olay her ne olursa olsun, yalnızca bir defa oldu. Biyolojideki en sıradışı olgu budur, hatta belki de bildiğimiz en sıradışı olgu. Bitki olsun, hayvan olsun, tarih boyu yaşamış canlılar, köklerini aynı primordiyal (ilksel) çırpıntıdan alır: Geçmişin hayal edemeyeceğimiz kadar uzak bir noktasında, küçücük bir kimyasal madde torbası ansızın can buldu. Biraz besin emdi, usulca çırpındı ve kısacık bir süre için var oldu. Bu kadarı daha evvel de olmuş olabilir, belki defalarca. Ama tüm canlıların atası olan bu ilk madde tomarı ekstra bir şey, sıradışı bir şey yaptı: Kendini ikiye böldü ve bir kalıtçı üretti. Minicik bir genetik madde çıkını bir canlı varlıktan diğerine geçti ve bu geçiş o gün bugündür hiç durmadı. O an hepimiz için büyük yaratılış anıydı. Biyologlar bu andan bazen Büyük Doğuş diye bahsederler.

"Dünyanın neresine giderseniz gidin, göreceğiniz her hayvan, bitki, böcek ya da madde, eğer canlıysa, aynı sözlüğü kullanacak, aynı şifreyi bilecektir. Bütün canlılar birdir," diyor Matt Ridley. Hepimiz, neredeyse dört milyar yıldır nesilden nesile aktarılan tek bir genetik marifetin ürünüyüz. Öyle ki, insanın genetik bilgisinden küçücük bir parça alıp gariban bir maya hücresine koysanız, maya hücresi onu kendi malı gibi çalıştıracaktır. Aslında kendi malıdır da zaten.

Yaşamın doğuşu ya da ona benzer bir şey, Canberra'daki Avustralya Ulusal Üniversitesi'nin Yerbilimleri binasında, Victoria Bennett adında cana yakın bir izotop jeokimyacısının ofisinde, bir rafın üstünde duruyor. Bir Amerikalı olan Bayan Bennett, Avustralya Ulusal Üniversitesi'ne 1989'da, iki yıllık bir sözleşmeyle California'dan gelmiş ve o zamandan beri orada yaşıyor. 2001 sonlarında kendisini ziyaret ettiğim zaman ağırca bir taş parçası uzattı bana. Beyaz kuvarstan ve klinopiroksen denen gri-yeşil bir maddeden oluşan bu taş, 1997'de olağanüstü eski kayaçların bulunduğu Grönland'daki Akilia Adası'ndan gelmiş. Söz konusu kayaçlar 3,85 milyar yıllıktır ve bulunmuş en yaşlı deniz tortullarını temsil eder.

“Elinizde tutmakta olduğunuz şeyin bir zamanlar canlı organizmalar içerdiğinden emin olamayız, çünkü bunu anlamak için onu toz haline getirmemiz lazım,” dedi Bennett bana. “Ama dünyanın en eski fosillerinin çıkarıldığı kayaç katmanından geldiğine göre, içinde *muhtemelen* yaşam barındırmış olmalı.” Ne kadar dikkatli ararsanız arayın, içinde fosilleşmiş gerçek mikroplar da bulamazsınız. Her basit organizma, okyanus çamurunu taşa dönüştüren süreçler sırasında ne yazık ki kavrulup gitmiştir. Ama taşı ufalayıp mikroskobik olarak incelediğiniz zaman göreceğiniz şey, organizmaların arkalarında bıraktıkları kimyasal artıklar olacaktır: karbon izotopları ve apatit denen bir fosfat çeşidi. Bu ikisi, o taş parçasının bir zamanlar canlı varlık kolonileri içerdiğini gösteren güçlü kanıtlar sunar. “İçerdiği organizmanın neye benzediğini de ancak tahmin edebiliriz,” dedi Bennett. “Büyük olasılıkla yaşamın mümkün olan en basit haliydi, ama yine de yaşamdı. O şey yaşıyordu. Çoğalıyordu.”

Ve sonunda bize dönüştü.

Çok yaşlı kayaçlara meraklıysanız, ki Bennett hiç şüphesiz öyleydi, Avustralya Ulusal Üniversitesi nicedir bu alanın başlıca merkezi olmuştur. Üniversite bu şanını büyük ölçüde Bill Compston adında bir adamın yaratıcı zekâsına borçlu. Compston artık emekli, ama 1970’lerde dünyanın ilk Hassas Yüksek Çözünürlüklü İyon Mikroprobu’nu ya da daha iyi bilinen adıyla, SHRIMP’i[7] inşa etti. SHRIMP, uranyumun zirkonlar denilen küçük minerallerdeki bozunma hızını ölçen bir makinedir. Zirkonlar, bazaltlar hariç çoğu kayaçta bulunur ve aşırı dayanıklıdır, dalma-batma dışında her doğal sürece göğüs gerer. Yerkabuğunun büyük bölümü tarihin bir noktasında tekrar fırına sokulmuştur, ama jeologlar çok nadiren de olsa, Batı Avustralya ve Grönland’da mesela, her zaman yüzeyde kalmış kayaçlar bulmuşlardır. Compston’ın makinesi bu tür kayaçların eşi görülmemiş bir doğrulukla tarihlendirilmesine olanak sağlıyordu. SHRIMP’in prototipi Yerbilimleri Bölümü’nün kendi atölyelerinde inşa edilip tamamlanmıştı. Kısıtlı bir bütçeyle yapılmış derme çatma bir düzeneğe benzemesine rağmen harikalar yaratıyordu. 1982’deki ilk resmi denemesi sırasında, yeryüzünde bulunmuş en yaşlı örneği tarihlendirdi: Batı Avustralya’dan gelen 4,3 milyar yıllık bir kayaç örneğini.

“Böylesine önemli bir şeyin yepyeni bir teknolojiyle bu kadar çabuk saptanması,” dedi Bennett bana, “zamanında büyük yankı uyandırdı.”

Makinenin son modeli olan SHRIMP Il’yi göstermek için beni koridorun sonuna götürdü. Paslanmaz çelikten yapılmış, kocaman, ağır bir aygıttı bu. Belki 3,5 metre uzunluğunda ve 1,5 metre yüksekliğindeydi. Bir dalış aracı kadar sağlam yapılıydı. Önündeki konsolda, Yeni Zelanda’daki Canterbury Üniversitesi’nden Bob adında bir adam oturuyor, durmadan değişen sayı dizileriyle dolu bir ekrandan gözünü hiç ayırmıyordu. Sabahın 4’ünden beri orada olduğunu söyledi bana. SHRIMP II günde yirmi dört saat çalıştırılıyor: Tarihlendirilecek o kadar çok kayaç var yani. Saat 9’u daha yeni geçmişti ve Bob öğlene kadar makinenin başında kalacaktı. Bir jeokimyacıya böyle bir şeyin nasıl çalıştığını soracak olursanız, anlaşılabilir olmaktan ziyade sevimli bir hevesle size izotopik bolluklardan ve iyonizasyon düzeylerinden bahsetmeye başlar. Ama işte böyle bir heves sayesinde ortaya çıkan bu makine, bir kayaç örneğini elektrik yüklü atom bombardımanına tutarak, zirkon örneklerindeki kurşun ve uranyum miktarlarında ince farklar tespit edebiliyordu. Kayaçların yaşı da bu yöntemle büyük bir isabetle hesaplanabiliyordu. Bob bir zirkonu okumanın yaklaşık on yedi dakika aldığını ve veriyi güvenilir kılmak için her kayaçtan düzinelerce okuma almak gerektiğini söyledi bana. Pratikte bu süreç, otomatik makinelerle dolu bir çamaşırhaneye gidip çamaşırların yıkanmasını beklemekle aşağı yukarı aynı derecede ilginç ve eğlenceli gibiydi. Ama Bob yine de çok mutlu görünüyordu. Zaten Yeni Zelandalılar genellikle öyle değil midir?

Yerbilimleri Bölümü, acayip bir binalar topluluğuydu: kısmi ofisler, kısmi laboratuvarlar, kısmi makine daireleri. “Eskiden her şeyi burada inşa ederdik,” dedi Bennett. “Kendi cam-üfleyicimiz bile vardı, ama artık emekliye ayrıldı. Fakat hâlâ tamgün çalışan iki taş-kırıcımız var.” Ona biraz şaşkın gözlerle baktığımı fark etti. “Elimizden *sürüyle* taş geçiyor. Ve hepsinin çok büyük bir dikkatle hazırlanması gerekiyor. Önceki örneklerden kalma artıkların bulaşmadığına emin olmak zorundayız: Tek bir toz zerresine dahi göz yumamayız. Kılı kırk yaran bir özen gerektirir bu iş.” Taş-kırma makinelerini gösterdi bana. Taş-kırıcılar belli ki az önce kahve molasına çıktıkları halde makineler sanki hiç kullanılmamış gibiydi. Makinelerin yanında her şekil ve büyüklükte taşlar içeren büyük kutular

vardı. Avustralya Ulusal Üniversitesi'nde çalışanların elinden gerçekten de sürüyle taş geçiyordu.

Turumuzu tamamlayıp Bennett'ın ofisine döndüğümüz zaman, duvarında asılı duran bir poster dikkatimi çekti. Yerküre'nin 3,5 milyar yıl önce, yaşamın filizlenmeye başladığı zamanlarda, yerbilimcilerce Arkeyen diye bilinen antik dönemde arz etmiş olabileceği görüntüsünün bir ressamın renkli hayal gücüyle resmedilmiş bir yorumuydu bu. Son derece aktif, kocaman volkanlarla kaplı yabancı topraklar ve kıpkırmızı gökler altında uzanan buğulu, bakır renginde bir deniz vardı posterde. Ön plandaki sığlıkları bir nevi bakteriyel taş olan stromatolitler dolduruyordu. Yaşam yaratmaya ve beslemeye elverişli bir yere pek benzemiyordu orası. Bennett'a resmin gerçeğe uygun olup olmadığını sordum.

"Eh, bir inanışa göre, o zamanlar güneş çok daha zayıf olduğu için hava epey serindi." (Biyologların, canları espri yapmak istediğinde, o zamanlar güneşimizin daha hararetsiz olduğunu vurgulamak için bu durumdan "Çin lokantası sorunu" diye bahsettiklerini sonradan öğrendim.) "Bir atmosferin yokluğunda, güneşten (hatta hararetsiz bir güneşten) gelen ültraviyole ışınları, oluşmaya başlamış her moleküler bağı dağıtmaya eğilimli olacaktır. Halbuki işte orada...," eliyle stromatolitleri gösterdi, "neredeyse yüzeyde yaşayan organizmalar var. Bu tam bir bulmacadır."

"Yani o zamanlar dünyanın neye benzediğini bilmiyor muyuz?"
"Bilmiyoruz," diye onayladı, düşünceli düşünceli.

"Her halükarda yaşam barındırmaya pek elverişli görünmüyor."

Tatlı tatlı başını salladı. "Yaşam barındırmaya elverişli bir şeyin mutlaka olmuş olması lazım. Yoksa şimdi burada olamazdık."

Oranın *bizi* yaşatmaya hiç elverişli olmadığı kesin. Bir zaman makinesinden çıkıp o eski Arkeyen dünyasına ayak basacak olsaydınız, tez elden tüyüp makinenize geri dönerdiniz. Çünkü o zamanlar Yerküre'de bugün Mars'ta olduğundan daha fazla oksijen yoktu. Atmosfer, giysileri eritip cildi kavuracak derecede güçlü hidroklorik ve sülfürik asitlerden kaynaklanan zararlı gazlarla doluydu. Victoria Bennett'ın ofisindeki posterde resmedilen temiz ve gösterişli manzaralara da olanak tanımazdı. O zamanın atmosferini oluşturan kimyasal karışım yeryüzüne çok az gün ışığı

girmesine izin verirdi. Arkeyen dünyasının görebileceğiniz azıcık kısmı, sık sık çakan parlak şimşeklerin aydınlattığı kadarı olurdu. Kısacası, orası dünyaydı, ama bize yabancılık çektirecek bir dünya.

Arkeyen dünyasında yıldönümleri seyrek ve uzun aralıydı. İki milyar yıl boyunca bakteriyel organizmalar yegâne yaşam formları oldu. Yaşadılar, ürediler, kümelendiler, ama daha meydan okuyucu bir varoluş düzeyine geçmeye hiç eğilim göstermediler. Yaşamın ilk milyar yıllık tarihi içinde bir noktada, siyanobakteriler, yani mavi-yeşil algler, suda fevkalade bol miktarlarda bulunduğu için kolayca ulaşabilecekleri bir kaynağa, hidrojene el koymayı öğrendiler. Su moleküllerini emdiler, hidrojenle beslendiler ve atık olarak ortama oksijen saldılar. Böylece fotosentezi icat ettiler. Margulis ile Sagan'ın belirttikleri gibi, fotosentez "hiç şüphesiz, gezegen üzerindeki yaşam tarihinin en önemli tek metabolik yeniliğidir" ve bitkiler tarafından değil, bakteriler tarafından icat edilmiştir.

Siyanobakteriler süratle çoğaldıkça, oksijeni zehirli bulan organizmaları (yani o zaman için tüm organizmaları) dehşete düşüren bir gelişmeyle, dünya oksijen dolmaya başladı. Oksijen kullanmayan (anaerobik) varlıklar için, oksijen aşırı derecede zehirlidir. Akyuvarlarımız oksijeni aslında istilacı bakterileri öldürmek için kullanır. Oksijenin esasen toksik olduğu gerçeği, onu sağlığımıza son derece dost bulanlarımızı hayrete düşürür, ama bunun tek sebebi bizim oksijen kullanmak üzere evrimleşmiş olmamızdır. Başka şeyler içinse oksijen korkunç bir şeydir. Tereyağını küflendiren ve demiri paslandıran odur. Biz bile onu bir dereceye kadar tolere edebiliriz. Hücrelerimizdeki oksijen düzeyi atmosferde bulunan düzeyin yalnızca onda biri kadardır.

Oksijen kullanan yeni organizmaların iki avantajı vardı. Oksijen, enerji üretmenin daha etkili bir yoluydu ve rakip organizmaların hakkından geliyordu. Oksijenle başa çıkamayan organizmalardan bazıları bataklıkların ve göl diplerinin nemli, oksijensiz dünyasına geri çekildi. Diğerleri de aynısını yaptı, ama daha sonra (çok daha sonra) sizinle benim gibi varlıkların sindirim yollarına göç ettiler. Bu ilkel varlıklardan pek çoğu şu anda vücudunuzun içinde yaşıyor ve gıdaları sindirmenize yardımcı oluyor, ama en ufak bir oksijen kırıntısından nefret ediyor. Öte yandan, oksijen

kullanmayan hesapsız sayıda organizma uyum sağlamayı başaramayarak öldü.

Siyanobakteriler kolay bir zafere ulaşmıştı. Başlangıçta, ürettikleri ekstra oksijen atmosferde birikeceğine demirle birleşip demir oksitlerini oluşturdu ve demir oksitleri de ilkel denizlerin dibine çöktü. Milyonlarca yıl boyunca, bundan fazla pek bir şey olmadı. Bu Erken Proterozoik döneme geri gidecek olsaydınız, dünyada yaşam için gelecek vaat eden pek bir şey bulamazdınız. Belki ötede beride, korunaklı su birikintilerinde canlı bir alg tabakasına ya da sahillerde kayaları kaplayan yeşil ve kahverengi oluşumlara rastlayabilirdiniz, ama bunlar dışında, orada yaşam gözle görülmezdi.

Fakat 3,5 milyar yıl önce daha etkili bir şey görünürlük kazandı. Denizlerin sığ olduğu her yerde, gözle görülür yapılar belirmeye başladı. Rutin kimyasal süreçlerden geçe geçe, siyanobakteriler az biraz yapışkanlaşarak mikro küçüklükte toz ve kum parçacıklarını çekip yakalamaya başladılar. Bu parçacıklar da birbirine bağlanarak biraz acayip ama masif yapılar oluşturdular: Victoria Bennett'ın ofisindeki posterin sığlıklarında gözlenen stromatolitler işte bunlardı. Muhtelif şekillerde, irili ufaklı stromatolitler vardı. Bazen kocaman karnabaharları, bazen yumuşacık minderleri andırıyorlardı. *(Stromatolit,* "minder" anlamındaki Yunanca sözcükten gelir.) Bazen de sütunlar halinde oluşarak su yüzeyinden onlarca metre yukarıya yükseliyorlardı. Yüz metreye kadar uzandıkları bile oluyordu. Şekilleri ne olursa olsun hepsi de canlı taşlardı adeta ve dünyanın ilk ortak girişimini, yalnızca yüzeyde yaşayan bazı ilkel organizma çeşitleri ile yalnızca sualtında yaşayan diğerleri arasındaki işbirliğini temsil ediyorlardı. Bu işbirliğinde, taraflardan her biri diğeri tarafından yaratılmış koşullardan yararlanıyordu. Dünya ilk ekosistemine kavuşmuştu.

Uzun yıllar boyu, bilim adamları stromatolitlerin varlığından fosil oluşumları sayesinde haberdar oldular. Derken 1961'de, Avustralya'nın ıssız kuzeybatı kıyısındaki Shark Körfezi bölgesinde canlı bir stromatolit topluluğunun keşfi büyük şaşkınlık uyandırdı. Bu son derece beklenmedik bir gelişmeydi. Hatta o kadar beklenmedikti ki, bilim adamları ne bulmuş olduklarını ancak seneler sonra anlayabildiler. Günümüzdeyse Shark

Körfezi turistik bir bölgedir: daha doğrusu, kayda değer bir yerleşimden yüzlerce, herhangi bir yerleşimden düzinelerce kilometre uzaklıkta bir yerin çekebileceği kadar turist çeken bir bölge. Ziyaretçilerin su üstünde gezinebilmeleri ve yüzeyin hemen altında sessizce soluyan stromatolitlere yakından bakabilmeleri için, körfeze tahta iskeleler inşa edilmiştir. Stromatolitler donuk, gri şeylerdir ve daha önceki kitaplarımdan birinde belirttiğim gibi, koca koca tezeklere benzerler. Ama dünyanın 3,5 milyar yıl önceki halinin canlı kalıntılarına bakıyor olmanın tuhafbir baş döndürücülüğü vardır. Richard Fortey'nin ifadesiyle: "Bu hakiki bir zaman yolculuğudur ve dünya bu görüntünün mucizevi yönlerine akort tutturabilseydi, orası da Giza piramitleri kadar meşhur olurdu." Hiç ihtimal vermeyeceğiniz halde, bu sevimsiz taşlar yaşam doludur, her metrekaresine (elbette tahminen) üç milyar organizma düşer. Dikkatli bakarsanız, oksijenlerini salıverdikleri anlarda minik kabarcıkların yüzeye yükseldiğini görebilirsiniz. Stromatolitler, iki milyar yıl içinde buna benzer küçük gayretlerle dünya atmosferindeki oksijen seviyesini yüzde 20'ye çıkararak, yaşam tarihinin bir sonraki ve daha kompleks safhasına zemin hazırladılar.

Shark Körfezi'ndeki siyanobakterilerin dünyanın belki de en yavaş evrimleşen organizmaları olduğu söylenir ve artık hiç şüphesiz en az bulunanlar arasında da yer alıyorlar. Daha kompleks yaşam biçimlerine zemin hazırladıktan sonra, varoluşunu mümkün kıldıkları organizmalar tarafından hemen her yerde kökleri kurutuldu. (Varlıklarını Shark Körfezi'nde sürdürebilmelerinin sebebi, körfez sularının fazla tuzlu olması ve normalde bütün siyanobakterileri yalayıp yutacak olan yaratıkların oraya yaklaşamamasıdır.)

Yaşamın kompleksleşmekte bu kadar gecikmesinin sebeplerinden biri de, atmosferdeki oksijen miktarı daha basit organizmalar tarafından yeterince artırılana dek bütün dünyanın beklemek zorunda oluşuydu. Fortey'nin ifadesiyle, "Hayvanlar oksijen olmadan enerji elde edemezlerdi." Oksijen düzeylerinin atmosferde az çok modern konsantrasyon düzeylerine ulaşabilmesi, yaklaşık iki milyar yıl, yani dünya tarihinin kabaca yüzde 40'ını aldı. Ama sahne hazır hale geldiği an ve anlaşılan oldukça ani bir şekilde, yepyeni bir hücre türü doğdu: Bu yeni hücrenin bir çekirdeği ve kolektif olarak *organeller* diye adlandırılan diğer küçük yapılan vardı. *(Organel,* "küçük araçlar" anlamındaki Yunanca bir

sözcükten gelir.) Bu sürecin, hantal ve gözü pek bir bakterinin bir diğer bakteriyi işgal etmesi ya da bir diğer bakteri tarafından yakalanması ve bu durumun ikisine de yaradığının anlaşılması üzerine başladığı sanılıyor. Yakalanan bakterinin bir mitokondri haline geldiği düşünülüyor. Bu mitokondriyal işgal (ya da biyologlarca tercih edilen terimiyle endosimbiyotik olay), kompleks yaşamı mümkün kıldı. (Bitkilerde de benzer bir işgal, fotosentezi mümkün kılan kloroplastlan üretti.)

Mitokondri, oksijeni gıda maddelerinden enerji elde etmek için kullanır. Mitokondrinin bu kolaylaştırıcı marifeti olmasaydı, bugün dünyadaki yaşam basit mikroplardan oluşan bir tortuyla sınırlı kalırdı. Mitokondriler son derece ufaktır:

Bir kum tanesinin işgal ettiği boşluğa bir milyar mitokondri sığdırabilirsiniz. Ama aynı zamanda kurt gibi açtırlar. Aldığınız hemen her besin onları doyurmaya gider.

Onlarsız iki dakika yaşayamazdık. Oysa mitokondriler bir milyar yıl sonra bile hâlâ bizimle aralarının her an bozulabileceğini düşünür gibi davranırlar. Kendi DNA'lannı kendileri temin ederler. İçinde yaşadıkları hücreninkinden farklı bir zamanda ürerler. Bakterilere benzer, bakteriler gibi bölünür ve bazen antibiyotiklere bakteriler gibi karşılık verirler. Kısacası, bavullarını her zaman hazır tutarlar. İçinde yaşadıkları hücreyle aynı genetik dili bile konuşmazlar. Evinizde bir yabancı barındırmak gibi bir şeydir bu, hem de bir milyar yıldır orada yaşayan bir yabancı.

Bu yeni hücre türü, prokaryot ("çekirdeksiz") olarak bilinen eski türün tersine, ökaryot ("çekirdekli") olarak bilinir ve görünüşe bakılırsa fosil kayıtlarına birdenbire girivermiştir. Şimdiye dek bilinen en eski ökaryotlar olan *Grypania,* 1992 'de Michigan'daki demir tortullannda keşfedildi. Bu fosiller yalnızca bir kez bulunmuştur; sonraki 500 milyon yıllık döneme ait başka hiçbir buluntu yoktur.

Yerküre hakikaten ilginç bir gezegen olma yolunda ilk adımını atmıştı. Yeni ökaryotlarla karşılaştırıldığında eski prokaryotlar, jeolog Stephen Drury'nin sözleriyle, "kimyasal madde torbalan" olmaktan öteye pek geçemezdi. Ökaryotlar daha basit yapılı kuzenlerinden iriydi: Sonunda onların on bin misli büyüklüğe ulaştılar. Ayrıca onlardan bin kat daha fazla

DNA taşıyorlardı. Zamanla, bu büyük atılımlar sayesinde, yaşamı iki organizma tipinin egemenliği altına sokan bir sistem evrimleşti: oksijeni dışarı atan organizmalar (bitkiler gibi) ve içeri alanlar (bizler gibi).

Tekhücreli ökaryotlara bir zamanlar *protozoa* (“tekhücreli hayvanlar”) denirdi, ama bu terim giderek gözden düşüyor. Bugün onlar için genel olarak kullanılan terim *protista'dır.* Daha önce değindiğimiz bakterilerle karşılaştırıldığında, bu yeni tekhücreliler bir tasanın ve gelişkinlik harikasıydı. Tek bir hücre büyüklüğünde olan ve var olmaktan başka hiçbir gayesi olmayan basit bir amip bile, DNA’sında 400 milyon parça genetik bilgi taşır: Carl Sagan’ın belirttiği gibi, beş yüzer sayfalık seksen kitap doldurmaya yetecek kadar.

Sonunda ökaryotlar daha da acayip bir başka marifet edindiler. Bu iş çok uzun (bir milyar yıl kadar) zaman aldı, ama ustalaştıkları zaman her şeye değdi. Bir araya gelerek çokhücreli kompleks varlıklar oluşturmayı öğrendiler. Bu yenilik, bizim gibi büyük, kompleks, gözle görülür varlıkların gelişimini mümkün kıldı. Yerküre gezegeni, tarihinin bir sonraki ihtiraslı safhasına geçmeye hazırdı.

Ama bu konuda fazla heyecanlanmadan evvel, dünyanın, birazdan göreceğimiz gibi, hâlâ çok küçüklere ait olduğunu hatırlamakta fayda var.

20

KÜÇÜKLERİN DÜNYASI

Mikroplarınızla gereğinden fazla ilgilenmek muhtemelen iyi bir fikir değildir. Büyük Fransız kimyacı ve bakteriyolog Louis Pasteur onlara kafayı o kadar takmıştı ki, önüne konan her yemeği bir büyüteçle tetkik ederdi. Bu alışkanlığı akşam yemeklerinin vazgeçilmez davetlisi olmasını sağlamamıştır herhalde.

Aslında, bakterilerinizden sakınmaya çalışmanın hiçbirmanası yoktur, çünkü onlar her an üstünüzde ve etrafınızdadır, hem de aklınızın almayacağı sayılarda. Eğer sağlığınız yerindeyse ve hijyene ortalama düzeyde özen gösteriyorsanız, yaklaşık bir trilyon bakteri vücudunuzun semiz ovalarında otluyor olacaktır. Derinizin her santimetrekaresine yaklaşık yüz bin bakteri düşer. Onlar, cildinizden her gün pul pul dökülen on milyar kadar hücreyi,

her bir gözenek ve çatlağınızdan dışarı sızan lezzetli yağları ve canlandırıcı mineralleri gövdeye indirmek için hazır bekler. Siz onlar için mükellef bir gıda kaynağısınız, sunduğunuz sıcaklık ve hareketlilik gibi konforlar da cabası. Hizmetleriniz için teşekkür niyetine, size "vücut kokusu" verirler.

Üstelik bunlar sadece derinizde yaşayan bakterilerdir. Bağırsak ve geniz yollarınızı tıka basa dolduran, tüylerinize ve kirpiklerinize tırmanan, gözlerinizin üstünde yüzen, diş minelerinize kuyular kazan daha trilyonlarca bakteri vardır. Sırf sindirim sisteminiz bile en az dört yüz türden, yüz trilyonu aşkın sayıda mikrop barındırır. Bazıları şekerlerle, bazıları nişastalarla meşgul olur, bazılarıysa diğer bakterilere saldırır. İnanılmaz sayıda bakterinin, mesela her yerde hazır ve nazır olan bağırsak spiroketlerinin saptanabilir nitelikte hiçbir fonksiyonu yoktur. Anlaşılan sırf hoşlarına gittiği için sizi mesken tutarlar. Her insan vücudu 10 katrilyon civarında hücreden oluşur. Buna karşılık, yaklaşık 100 katrilyon bakteriyel hücre barındırır. Kısacası, onlar bizim büyük bir parçamızdır. Bakterilerin gözünden bakıldığındaysa, elbette biz onların gayet küçük bir parçasıyız.

Biz insanlar antibiyotikler ve dezenfektanlar üretip kullanabilecek kadar büyük ve akıllı olduğumuzdan, bakterileri yok oluşun eşiğine getirdiğimize kendi kendimizi inandırmamız kolaydır. Sakın ha inanmayın. Bakteriler kentler kuramayabilir ya da ilginç sosyal yaşamlar sürmeyebilir, ama Güneş patladığı zaman onlar yine burada olacak. Burası onların gezegeni ve bizler yalnızca onlar izin verdiği için buradayız.

Unutmayın ki bakteriler milyarlarca yıl bizsiz idare ettiler. Halbuki biz onlarsız bir gün dahi yaşayamayız. Onlar bizim atıklarımızı işler ve yeniden kullanılabilir hale getirir. Onlar her şeyi kemirmeseydi hiçbir şey çürümezdi. Suyumuzu onlar arıtır, topraklarımızın verimini onlar korur. Bakteriler bağırsaklarımızda vitaminleri sentezler, yediklerimizi yararlı şekerlere ve polisakaritlere dönüştürür, boğazımızdan aşağı süzülüveren yabancı mikroplara savaş açar.

Havadan nitrojen almak ve onu sağlığa yararlı nükleotitlere ve amino asitlere çevirmek için tamamen bakterilere bağımlıyız. Harikulade güzel ve hayranlık uyandırıcı bir beceridir bu. Margulis ile Sagan'ın belirttikleri gibi, aynı işin (gübre yapımında olduğu gibi) endüstriyel yollarla yapılması için, kaynak maddelerin 500 santigrat dereceye kadar ısıtılması ve normalin 300

katı basınçlar altında ezilmesi gerekir. Bakterilerse bu işi hiç tantana etmeden, durmadan dinlenmeden yapar. Onlara ne kadar teşekkür etsek az, çünkü bakterilerce aktarılan nitrojen olmasaydı hiçbir büyük organizma hayatta kalmayı başaramazdı. Her şey bir yana, mikroplar biıe soluduğumuz havayı vermeye ve atmosferin istikrarını korumaya devam eder. Gezegenin solunabilir oksijeninin büyük kısmı mikroplarca temin edilir. (Bu mikroplara siyanobakterilerin modern versiyonları da dahildir.) Algler ve denizleri dolduran diğer minik organizmalar havaya her sene yaklaşık 150 milyar kilogram oksijen salar.

Üstelik harikulade doğurgandırlar. En hamaratları on dakikaya kalmadan yeni bir nesil üretebilir. Kangrene yol açtığı için hiç hazzetmediğimiz küçük organizma *Clostridium perfringens,* dokuz dakika içinde çoğalabilir ve sonra da hiç vakit kaybetmeden tekrar işe koyulur. Böyle bir hızla, tek bir bakteri iki gün içinde evrendeki bütün protonlardan fazla sayıda döl üretmeye teorik olarak muktedirdir. Belçikalı biyokimyacı ve Nobel ödüllü Christian de Duve'ya göre, "Ortamda yeterince besin bulunduğu takdirde, tek bir bakteriyel hücre tek bir günde

280.000 milyar döl üretebilir." Bir insan hücresi ise aynı zaman zarfında tek bir bölünmeyi anca başarır.

Yaklaşık her milyon bölünmede bir, bir mutant üretirler. Genellikle bu durum mutantın şanssızlığıdır. Çünkü değişim bir organizma için her zaman risklidir. Ama kırk yılda bir, yeni ortaya çıkan bakteriye bir antibiyotik saldırısından kaçabilme ya da hiç etkilenmeme yeteneği gibi tesadüfi bir avantaj bahşedildiği olur. Bu çabuk evrimleşme yetisi, beraberinde daha da korkutucu bir avantaj getirir: Bakteriler bilgi paylaşır. Her bakteri herhangi bir diğerinden genetik şifre parçalan alabilir. Margulis ile Sagan'ın ifadesiyle, esasen tüm bakteriler tek bir gen havuzunda yüzer. Bakteri evreninin bir bölgesinde oluşan her uyarlanabilir değişim, herhangi bir başka bölgeye yayılabilir. Bir insanın kanatlar geliştirmek ya da tavanda yürüyebilmek için gereken genetik şifreyi bir böcekten öğrenebilmesi kadar garip bir şeydir bu. Demek oluyor ki, genetik açıdan ele alırsak, bakterilerin minik, yaygın, ama alt edilemeyen tek bir süper-organizma haline geldiğini söyleyebiliriz.

Döktüğünüz, damlattığınız ya da boşalttığınız hemen her şeyde yaşar ve gelişirler. Onlara biraz nem verin yeter: Bir tezgâhı nemli bir bezle silin mesela... Sanki yoktan var olmuşçasına üreyivereceklerdir. Tahtayı, duvar kâğıdındaki tutkalı ve koyulaşmış boyadaki metalleri yerler. Bilim adanılan Avustralya'da *Thiobacillus concretivorans* diye bilinen mikroplar buldular. Bu mikrop metali çözündürecek kadar güçlü sülfürik asit konsantrasyonlarında yaşıyor, hatta başka yerde yaşayamıyordu. *Micrococcus radiophilus* denilen bir diğer türün, nükleer reaktörlerin atık tanklarında, plütonyumla ve başka radyoaktif maddelerle kamını tıka basa doyurarak mutlu mesut yaşadığı keşfedildi. Bazı bakterilerse, bizim anlayabildiğimiz kadarıyla kendilerine hiçbir yarar sağlamayan kimyasal maddeleri parçalar.

Kaynar çamur havzalarında ve sodalı göllerde, kayaların içinde, denizlerin dibinde, Antarktika'daki McMurdo Kuru Vadileri'nin buzlu suyla dolu göllerinde ve Pasifik Okyanusu'nun 11 kilometre derinliklerinde yaşayan bakteriler keşfedilmiştir. (O derinlikte basınçlar yüzeyde olduğundan en az bin kat büyüktür, yani elli jumbo jetin altında kalıp ezilmekle birdir.) Bazı bakteriler adeta yok edilemez niteliktedir. *Economist'e* göre, *Deinococcus radiodurans,* "radyoaktiviteye neredeyse bağışıktır. DNA'sını radyasyonla parçalasanız mesela, parçalar "korku filmlerindekilere benzer dokuz canlı bir yaratığın ayaklanıp koşan uzuvları gibi" derhal birleşecektir.

Şimdiye dek keşfedilmiş yaşam mücadelelerinin belki de en olağanüstü olanı, iki sene boyunca Ay'da dikili kalmış bir kameranın sızdırmaz merceğinde bulunan bir *Streptococcus* bakterisininkidir. Kısacası, bakterilerin içinde yaşamaya hazır olmadıkları çok az ortam vardır. "Okyanusların dibine, sondaj makinelerinin erimeye başlamasına yol açacak sıcaklıktaki su bacalarının içine bakıldığında, orada bile bakterilerin yaşadığı bulgulanıyor artık," demişti Victoria Bennett bana.

1920'lerde Chicago Üniversitesi'nden iki bilim adamı, Edson Bastin ve Frank Greer, uzun zamandır 600 metre derinlikte yaşamakta olan birtakım bakteri türlerini petrol kuyularından çıkardıklarını açıkladılar. Bu tuhaf iddia esas itibariyle mantıksız bulunup göz ardı edildi, çünkü 600 metre derinlikte, hayatta kalmak için *yenebilecek* bir şey yoktu. Böylece elli yıl

boyunca, bu iki bilim adamının örneklerine yüzey mikroplarının bulaşmış olduğu varsayıldı. Yerküre’nin derinliklerinde yaşayan bir sürü mikrop olduğunu artık biliyoruz. Bunlardan birçoğunun organik dünyayla hiç alakalan yok. Onlar kayaları, daha doğrusu kayaların içindeki demir, kükürt, manganez gibi elementleri yiyorlar. Soludukları şeyler de acayip: Demir, krom, kobalt, hatta uranyum soluyorlar. Bu tür süreçler, altın, bakır ve diğer değerli metallerin ve muhtemelen petrol ve doğalgaz yataklarının yoğunlaşmasını sağlıyor olabilir. Onların dur durak bilmeyen kemirişlerinin yerkabuğunu yarattığını dahi ileri sürenler olmuştur.

Bazı bilim adanılan, ayaklarımızın altında, kısaca SLiME* adı verilen yeraltı ekosistemlerinde yaşayan bakteri miktarının 100 trilyon tonu buluyor olabileceğini düşünüyor artık. Comell Üniversitesi’nden Thomas Gold, yeraltındaki bütün bakterileri çıkarıp yeryüzüne boşalttığınız takdirde bunların bütün gezegeni 15 metre kalınlığında bir tabaka halinde kaplayacağını hesaplamış. Eğer hesaplan doğruysa, yeraltında üstünde olduğundan daha çok yaşam var demektir.

Derinlerde mikroplar hacimsel olarak küçülür ve aşın tembelleşir. En çalışkanları yüzyılda birden fazla, bazıları belki beş yüz yılda birden fazla bölünmez. *Economist'te* ifade edildiği gibi: “Uzun yaşamanın sım, anlaşılan o ki çok fazla çalışmamaktır.” işler fena halde sarpa sardığında bakteriler tüm sistemlerini kapatıp daha iyi zamanlan beklemeye hazırlıklıdır. 1997’de bilim adamları, seksen yıldır Norveç’in Trondheim kentindeki bir müze vitrininde uykuya yatmış bazı antraks (şarbon) sporlannı[4]2 başarıyla aktive ettiler. 118 yıllık bir et konservesinden ve 166 yıllık bir bira şişesinden çıkarıldıktan sonra yeniden hayata dönen başka mikroorganizmalar oldu. 1996’da Rus Bilim Akademisi’nden bilim adanılan, Sibirya’nın permafrost43 alanlarında donmuş vaziyette üç milyon yıldır bekleyen bakterileri çıkarıp dirilttiklerini iddia ettiler. Ama bakterilerin dayanıklılığı hakkındaki rekor iddia, 2000 yılında Russell Vreeland ve Pennsylvania’daki West Chester Üniversitesi’nden meslektaşları tarafından ortaya atıldı. Vreeland ve arkadaşları *Bacillus permians* denilen 250 milyon yıllık bakterileri hayata döndürdüklerini açıkladılar. Bakteriler New Mexico eyaletinin Carlsbad kentinde, yerin 600 metre altındaki tuz yataklarına sıkışıp kalmıştı. iddia doğruysa, bu mikrop kıtalardan yaşlı demektir.

Söz konusu bildiri doğal olarak kuşkuyla karşılandı. Birçok biyokimyacı, bakterilerin arada bir uyanmış olması gerektiğine değindi. Aksi takdirde bu kadar uzun zaman sonra bileşenleri bozunarak işe yaramaz hale gelirdi. Ama eğer bakteriler arada bir uyandıysa bile, hiçbir yaratığın enerjisi bu kadar uzun süre dayanamazdı. Daha kuşkulu bilim adamları, söz konusu örneğin yeraltından çıkarılışı sırasında olmasa da, belki henüz hâlâ gömülüyken kirlenmeye maruz kalmış olabileceğini ileri sürdüler. 2001 ’de Tel Aviv Üniversitesi’nden bir ekip *B. permians'ın Bacillus marismortui* denilen ve Lut Gölü’nde (ya da diğer adıyla Ölü Deniz’de) bulunan modem bir bakteri türüyle neredeyse aynı olduğunu savundu. Genetik dizilimlerinden yalnızca ikisi farklıydı, o da yalnızca biraz.

“Laboratuvar ortamında topu topu 3 ila 7 günde elde edilebilenle aynı miktarda genetik farklılığı,” diye yazdı Israilli araştırmacılar, *“B. permianshn* 250 milyon senede elde etmiş olduğuna inanmamız mı bekleniyor?” Vreeland buna cevap olarak, “bakterilerin laboratuvar ortamında doğada evrimleştiklerinden daha hızlı evrimleştiklerini” ileri sürdü.

Belki de haklıdır.

Ne kadar dikkate değer bir gerçektir ki, uzay çağının erken dönemlerine kadar çoğu ders kitabı canlılar dünyasını yalnızca iki âleme ayırırdı: bitkiler ve hayvanlar. Mikroorganizmaların bahsi dahi geçmezdi pek. Amipler ve benzeri tekhücreli organizmalar ilk-hayvanlar, algler ilk-bitkiler muamelesi görürdü. Bakterilerse, bitki olmadıkları herkesçe bilindiği halde genellikle bitkilere dahil edilirdi. Alman doğabilimci Emst Haeckel, bakterilerin Monera adını verdiği ayn bir âleme yerleştirilmeyi hak ettiğini on dokuzuncu yüzyıl sonları gibi erken bir tarihte öne sürmüştü aslında. Ama bu fikir 1960’lara dek biyologlar arasında yaygınlık kazanamadı, ki o zaman bile oldukça az sayıda biyolog tarafından benimsendi. (1969’dan kalma güvenilir *American Heritage* sözlüğümün Monera terimini tanımadığına dikkatinizi çekerim.)

Bu geleneksel sınıflandırma, görülebilir dünyadaki organizmaların da birçoğuna haksızlık ediyordu. Yenebilir mantarları, küfleri, mildiyö mantarlarını, mayalan ve kurt mantarlarını kapsayan mantarlar grubu, neredeyse her zaman botanik objeler muamelesi görürdü. Halbuki

mantarların hemen hiçbir özelliğinin bitkiler dünyasında eşi benzeri yoktur. Üreme ve solunum biçimleri de, oluşum süreçleri de çok farklıdır. Yapısal açıdan hayvanlarla ortak özellikleri daha fazladır, çünkü hücrelerini kitin maddesinden yaparlar ve ayırt edici dokularını onlara bu madde kazandırır. Kitinin bir geyikböceğine verdiği tat bir Portobello mantarına verdiği lezzetle asla boy ölçüşemese de, aynı madde böcekler tarafından kabuk yapımında, memeliler tarafındansa pençe yapımında kullanılır. Her şey bir yana, tüm bitkilerin tersine, mantarlar fotosentez yapmaz. Yani hiç klorofilleri yoktur ve dolayısıyla renkleri yeşil değildir. Onlar doğrudan doğruya bir gıda kaynağının üstünde büyür, ki o gıda kaynağı da hemen her şey olabilir.

Mantarlar, beton bir duvarın kükürdünü de, ayak parmaklarınızın arasındaki çürümüş maddeleri de afiyetle yiyebilir: işte size hiçbir bitkinin yapmayacağı iki şey. Bitkilere benzer neredeyse tek özellikleri, kök salmalarıdır.

Terminolojiye *Myxomycetes* olarak geçen, ama halk arasında cıvıkmantarlar diye bilinen benzersiz organizmalar grubunun bu sınıflandırmada kendine yer bulması daha da zordur. “Cıvıkmantarlar” gibi bir adla tanınıyor olmalarının kıyıda köşede kalmışlıklarıyla hiç kuşkusuz çok alakası vardır. Tıkanmış bir su borusunun içine elinizi soktuğunuz zaman bulacağınız türden şeyleri çağrıştırmayan, biraz daha dinamik bir isimleri olsaydı, mesela “kendi kendini aktive eden gezici protoplazma” diye anılsalardı, bu olağanüstü canlılar hak ettikleri ilgiyi kuşkusuz daha çabuk görürlerdi. Çünkü cıvıkmantarların doğadaki en ilginç organizmalar arasında yer aldığı muhakkaktır. işler tıkınndayken, amiplere benzeyen tekhücreli bireyler olarak var olurlar. Ama koşullar zorlaştığı zaman, merkezi bir buluşma noktasına çekilir ve neredeyse mucizevi bir dönüşümle, kabuksuz bir sümüklüböcek haline gelirler. Bu sümüklüböcek güzel bir şey değildir, çok uzağa gideceği de yoktur: Genellikle bir yaprak yığınının dibinden üstüne kadar tırmanıp, rüzgâra biraz daha açık bir konuma taşınmakla yetinir. Ama bu basit hareket milyonlarca yıldır evrenin belki de en mükemmel numarası olmuştur.

Bu kadarla kalsa iyi. Kendini daha avantajlı bir konuma taşıdıktan sonra, cıvıkmantar bir dönüşüm daha gerçekleştirerek bitki haline gelir.

Hücreler, tuhaf ve sistemli bir süreçle, uygun adım yürüyen minik bir bando gibi yeni baştan biçimlenip bir sapa dönüşür ve sapın tepesinde de bir spor kesesi oluşur. Spor kesesinin içinde milyonlarca spor vardır. Sporlar bir fırsatını bulur bulmaz rüzgâra kapılıp uzaklara uçarlar ve aynı süreci yeniden başlatabilecek tekhücreli organizmalar haline gelirler.

Yıllar boyu, zoologlar cıvıkmantarların protozoa (“tekhücreli hayvanlar”) olduğunu, mikoloji (mantar bilimi) uzmanlarıysa mantar olduğunu iddia ettiler, oysa çoğu kişi onların aslında hiçbir yere ait olmadığını görebiliyordu. Genetik testler yapılmaya başlandığında, laboratuvar önlüklü uzmanlar cıvıkmantarların doğadaki hiçbir şeyle doğrudan akraba olmadığını, bazen birbirlerine bile benzemediğini görerek çok şaşırdılar.

1969’da Comell Üniversitesi’nden R. H. Whittaker adında bir ekolojist, sınıflandırma sisteminin giderek büyüyen yetersizliklerine çekidüzen vermeyi deneyerek, yaşamın Animalia, Plantae, Fungi, Protista ve Monera olarak beş ana dala, geleneksel adıyla âleme ayrılması yolundaki önerisini *Science* dergisinde açıkladı. Protista, daha eski bir terim olan *Protoctista'mn* değiştirilmiş haliydi. *Protoctista* terimi, ne bitki ne de hayvan olan organizmaları tanımlamak amacıyla bir asır önce John Hogg adında Iskoç bir biyolog tarafından önerilmişti.

Whittaker’ın yeni şeması sayesinde büyük ilerleme kaydedildiği halde, Protista’nın tanımı belirsizliğini koruyordu. Bazı taksonomi[8] uzmanları bu terimi ökaryotlar denen büyük tekhücreli organizmalara saklıyor, bazılarıysa ona biyolojinin bir nevi “teki kayıp çoraplar çekmecesi” gibi davranarak, nereye koyacaklarını bilemedikleri her şeyi onun içine atıyorlardı. Bu çekmecede, (hangi metne başvurduğunuza bağlı olarak), cıvıkmantarlar, amipler ve hatta suyosunlan bile vardı. Bir hesaba göre toplam 200.000 farklı organizma türü içermekteydi. “Teki kayıp çoraplar” bir hayli fazlaydı yani.

Ne ilginçtir ki, tam da Whittaker’ın beş-âlemli sınıflandırma sistemi ders kitaplarına girmeye başlarken, Illinois Üniversitesi’nden bir akademisyen emeklisi, her şeye meydan okuyacak bir keşfe doğru adım adım yaklaşmaktaydı. Adı Carl Woese’du (wohz okunur) ve 1960’lann ortalarından, ya da mümkün olan en erken zamanlardan beri, bakterilerdeki

genetik dizilimleri sessiz sedasız incelemekteydi. Eskiden son derece zahmetli bir uğraştı bu. Tek bir bakteri üzerinde çalışmak kolaylıkla bir sene alabilirdi. O zamanlar, Woese'a göre, yalnızca 500 kadar bakteri türü biliniyordu. Oysa ağzınızda taşıdığınız türler bile daha fazla sayıdadır. Günümüzde bu sayı yaklaşık on misli artmış da olsa, 26.900 alg türünün, 70.000 mantar türünün, biyografileriyle biyoloji tarihini dolduran 30.800 amip ve benzeri organizma türünün halen çok gerisindedir.

Bilinen bakteri sayısının düşük kalması sadece ihmalden kaynaklanmaz. Bakterileri izole edip incelemenin zorluğu çileden çıkarıcı olabilir. Bakterilerin yalnızca yüzde 1 'i kültürde büyür. Doğada ne kadar kural tanımazca uyum sağlayabildikleri düşünülürse, yaşamak istemedikleri tek yerin bir bakteri üretme tabağı olması yadırgatıcı bir gerçektir. isterseniz onları bir agaragar45 ortamına salıp dilediğinizce şımartın, çoğu hiç tınmayacak, kendisini büyümeye özendirmek için sunduğunuz her nimete sırt çevirecektir. Laboratuvar ortamında serpilip büyüyen her bakteri tanım itibariyle istisnaidir. Kaldı ki Woese'unkiler de çoğunlukla mikrobiyologlar tarafından incelenen organizmalardı. "Hayvanat bahçelerini dolaşarak hayvanlar hakkında bilgi edinmek gibi bir şeydi bu," diyor Woese.

Gelgelelim, genler sayesinde Woese mikroorganizmalara başka bir açıdan yaklaşma olanağı buldu. Çalışmasını ilerlettikçe, mikrobiyal dünyada kimsenin tahmin etmediği kadar fazla sayıda temel ayrım bulunduğunu anladı. Bakterilere benzeyen ve bakteriler gibi davranan birçok küçük organizma aslında başlı başına ayn bir şeydi: uzun zaman önce bakteri olmaktan çıkmış bir şey. Woese bu organizmaları *arkebakteriler* diye adlandırdı. Bu terim sonradan kısaltılarak *arke* halini aldı.

Arkeleri bakterilerden ayıran niteliklerin bir biyologdan başka kimsenin nabzım hızlandırmayacak cinsten olduğunu belirtmeliyim. Bu ayırıcı nitelikler, çoğunlukla lipid farklılıklanndan ve peptidoglikan denen bir şeyin yokluğundan kaynaklanır. Ama pratikte dünya kadar fark yaratır. Arkelerle bakteriler arasındaki fark, bir insanla bir yengeç veya örümcek arasındaki farktan daha büyüktür. Woose, hiç yardım almadan, canlılann umulmadık bir bölümünü keşfetmişti. Bu bölüm o kadar temeldi ki, dinsel

kökenlerinden dolayı hürmetle anılan Evrensel Yaşam Ağacı'nın en tepesindeki âlem düzeyinin bile üstündeydi.

Woose 1976'da, yaşam ağacını beş değil, yirmi üç temel bölüm içerecek biçimde yeniden çizerek, bütün dünyayı ya da en azından gelişmeleri dikkatle izleyen küçük bir grubu şaşkınlığa uğrattı. Bu bölümleri "domain" diye adlandırdığı üç yeni ana kategori altında topluyordu: Bacteria, Archaea ve Eukarya (bazen Eucarya olarak da yazılır).

Woese'un yeni sınıflandırması biyoloji dünyasında fırtınalar estirmedi. Kimileri bu bölümlendirmeyi fazla dallı budaklı bularak yadsıdılar. Birçoklan tamamen yok saydılar. Woese, Frances Ashcroft'a göre, "büyük hayal kırıklığına uğramıştı." Ama zamanla yeni şeması mikrobiyologlar arasında tutulmaya başlandı. Botanikçiler ve zoologlarsa bu sistemin faydalanm görmekte bir hayli geciktiler. Bunun nedenini anlamak zor değil. Woese'un yaşam ağacında, botanik ve zooloji dünyalan Eukarya dalının en dış kolu üzerindeki birkaç sürgüne indirgenmiştir. Başka her şey tekhücreli varlıklara aittir.

"Bu arkadaşlar canlıları genel morfolojik benzerlik ve farklılıklara göre sınıflandırmak üzere yetiştirilmişlerdi," dedi Woese, 1996'da yapılan bir röportajda. "Bu işi moleküler dizilimlere göre yapma fikri birçoğu için yenilir yutulur cinsten değildi." Kısacası, kendi gözleriyle göremedikleri bir farkı kabul etmek hoşlarına gitmiyordu. Onlar da geleneksel beş-âlemli sınıflandırmaya bağlı kaldılar. Woese'un tepki çekmek istemediği zamanlarda "pek kullanışlı değil", diğer zamanlarda "kesinlikle yanıltıcı" sözleriyle tanımladığı bir sistemdi bu. "Biyoloji, daha evvel fizikte de yaşandığı gibi," diye yazdı Woese, "ilgi konusu objelerin ve aralarındaki etkileşimlerin doğrudan doğruya gözlemlenerek algılanamayacağı bir düzeye taşınmıştır."

1998'de zoologların piri Harvard'lı büyük Ernst Mayr, canlıların yalnızca iki temel bölüme, onun tabiriyle "imparatorluğa" ayrılması gerektiği yolunda fikir beyan ederek ortalığı iyice karıştırdı. (Ernst Mayr o zamanlar doksan dört yaşındaydı. Ben bu satırları yazdığım sıralar yüzüne yaklaşıyor ve gücü kuvveti hâlâ yerinde.) *Proceedings of the National Academy of Sciences'da* yayınlanan bildirisinde Mayr, Woese'un bulgularının ilginç ama tamamen yanlış olduğunu belirterek şu noktaya

dikkat çekti: “Woese biyoloji öğrenimi görmemiştir ve haliyle, sınıflandırma ilkeleri konusunda yeterince bilgili değildir.” Seçkin bir bilim adamı, bir diğer bilim adamına neden bahsettiğini bilmediğini söylemeye belki ancak bu kadar yaklaşabilir.

Mayr’ın eleştirisinin ayrıntıları, burada kapsamlıca ele alamayacağımız kadar tekniktir: Mayotik üreme, Hennigci kladistik sınıflandırma ve *Methanobacterium thermoautrophicum* genomunun ihtilaflı yorumlan gibi pek çok konuya ilişkindir. Ama Mayr öncelikle, Woese’un yeni düzenlemesiyle yaşam ağacının dengesini bozduğu savını ortaya koyar. Mayr şu noktaya dikkat çeker: Bacteria kategorisi birkaç binden fazla tür içermezken, Archaea kategorisinde isimlendirilmiş 175 tane ve ileride bulunacak olan belki birkaç bin tane daha tür vardır. “Ama hepsi hepsi bu kadardır.” Eukarya, yani bizim gibi çekirdekli hücrelere sahip komplike organizmalar kategorisindeyse tersine, sayılar şimdiden milyonları bulmuştur. Mayr “denge ilkesi hatırına” basit bakteriyel organizmaların Pro-karyota denilen tek bir imparatorlukta toplanması, geriye kalan daha kompleks ve “önemli ölçüde evrimleşmiş” organizmalannsa Eukaryota imparatorluğuna dahil edilmesi gerektiğini savunur. Böylece iki imparatorluk arasında eşitlik sağlanmış olacaktır. Başka bir ifadeyle, eski modeli pek fazla değişikliğe gitmeden olduğu gibi muhafaza etmekten yanadır. Basit hücrelerle kompleks hücreler arasındaki bu ayrım ona göre “canlılar dünyasındaki büyük kopma noktası”dır.

Halofılik archaea ile metanosarcina arasındaki ya da flavobakterilerle gram-pozitif bakteriler arasındaki ayrımın çoğumuz için asla önem taşımayacağı çok açık, ama bunların kendi aralarındaki her bir farklılığın, hayvanlarla bitkiler arasındaki fark kadar büyük olduğu gerçeği hatırlatılmaya değer. Eğer Woese’un yeni düzenlemesinin bize öğrettiği herhangi bir şey varsa, o da yaşamın gerçekten çok çeşitli olduğu ve bu çeşitlerden büyük kısmının küçük, tekhücreli ve alışılmadık olduğudur. Evrimi uzun bir iyileşme süreci olarak, büyüklük ve kompleksliğe doğru, yani tek kelimeyle bize doğru hiç durmadan ilerleyen bir gelişim olarak görmek insanların doğal dürtüsüdür. Kendimizi yere göğe sığdıramayız. Oysa evrimdeki gerçek başkalaşımların çoğu küçük ölçekte olmuştur. Biz büyük varlıklar, yalnızca “şansı yaver gidenler”iz. (İlginç bir ayrımdır bu.) Yaşamın yirmi üç ana bölümünden yalnızca üçü, yani bitkiler, hayvanlar ve

mantarlar, çıplak gözle görülebilecek büyüklükte yaratıklar içerir ve onlar arasında bile mikroskobik türler vardır. Hatta, Woese'a göre, gezegenin bütün biyokütlesi, yani bitkiler dahil tüm canlı varlıklar bir araya gelse, mikroplar var olan her şeyin en az yüzde 80'ini, belki daha da fazlasını oluşturacaktır. Dünya çok küçüklere aittir ve bu çok uzun zamandır böyle olmuştur.

Öyleyse neden hayatınızın bir noktasında "Mikroplar ekseriyetle bize zarar vermek mi ister?" sorusunu sormak zorunda kalırsınız? Ateşimizin çıkmasına, titreme nöbetleri geçirmemize, vücudumuzun yara bere içinde kalıp çirkinleşmesine ya da hepsi bir yana, ölümümüze sebep olmak bir mikroba nasıl bir tatmin veriyor olabilir? Ölü bir beden onu uzun süre ağırlayamayacaktır ne de olsa.

Öncelikle, çoğu mikroorganizmanın insan sağlığına zararlı olmadığını, hatta yararlı olduğunu hatırlatmakta yarar var. Hastalık taşıyan organizmaların en sınır tanımazı, *Wolbachia* denilen bir bakteridir. insanlara da, diğer omurgalılardan herhangi birine de hiç zararı dokunmaz, ama eğer bir karides ya da solucan veya meyvesineğiyseniz sizi doğduğunuza pişman edebilir. *National Geographic'e* göre, bin mikroptan yaklaşık olarak yalnızca biri insanlarda hastalığa sebep olur. Ama aralarından bazılarının neler yapabildiğini düşününce bu kadarını bile yeterince fazla bulduğumuz için hoş görülebiliriz. Çoğunlukla iyi huylu da olsalar, mikroplar hâlâ batı dünyasının üç numaralı katilidir ve daha az öldürücüleri bile elbette "keşke hiç olmasalardı" diye hayıflanmamıza yol açar.

Konak46 organizmayı hasta etmenin mikrop için birtakım avantajları vardır. Bir hastalığın semptomları çoğunlukla hastalığın yayılmasına yardımcı olur. Kusma, hapşırma ve ishal, mikrobun bir konaktan çıkıp diğerine girmesi için mükemmel yöntemlerdir. Seyyar bir üçüncü tarafın desteğini sağlamak hepsinden etkili bir stratejidir. Hastalık taşıyan organizmalar sivrisineklere bayılır, çünkü sivrisineklerin iğneleri sayesinde kurbanlarının kan dolaşımlarına doğrudan geçiş sağlarlar. Böylece kurbanın savunma mekanizması neye uğradığını anlayamadan, mikroplar derhal işe koyulur. A grubu hastalıklardan pek çoğu bir sivrisinek ısırığıyla başlar: Sıtma, sarıhumma, dang humması, ansefalit (beyin iltihabı) ve daha az tanınan ama çoğu öldürücü olan yüz kadar illet bu gruba dahildir. AIDS 'in

taşıyıcısı olan HIV virüsünün, en azından şimdilik onlar arasında olmaması bizim için büyük şanstır. Sivrisinek, oradan oraya dolaşırken emdiği her HIV virüsünü kendi metabolizması içinde yok eder. HIV günün birinde mutasyona uğrayarak bu engeli aşmanın bir yolunu bulursa hapı yuttuk demektir.

Öte yandan, onların davranışlarında mantık aramak da yanlış olur, çünkü mikroorganizmaların hesap kitap yapan varlıklar olmadığı çok açıktır. Siz duş alıp sabunlanarak veya vücudunuza deodorant sıkarak milyonlarca mikroorganizmayı katlederken onlara verdiğiniz sıkıntıyı ne kadar umursuyorsanız, onlar da size yaptıkları şeyleri o kadar umursar. Sağlığınızın korunması, bir patojenin akıbeti için tek bir durumda önem taşır: sizi öldürdüğü zaman. Patojenler başka bir konak organizmaya geçemeden sizin işinizi bitirecek olurlarsa, kendileri de pekâlâ ölebilirler. Bu aslında bazen vuku bulan bir şeydir. Tarih, Jared Diamond'ın belirttiği gibi, "çok korkunç salgınlara yol açtıktan sonra ortaya çıktığı kadar esrarengiz biçimde yok olan" hastalıklarla doludur. Diamond, son derece etkili, ama bereket versin geçici bir hastalık olan Ingiliz ter hastalığını örnek verir. Bu hastalık 1485'ten 1552'ye kadar terör estirerek on binlerce insanı öldürdükten sonra kendi kendini imha etmişti. Aşın etkinlik, hastalık taşıyan hiçbir organizmaya hayır getirmez.

Çok sayıda hastalık, organizmanın size yaptıkları yüzünden değil, vücudunuzun organizmaya yapmaya çalıştıkları yüzünden ortaya çıkar. Bağışıklık sistemi, vücudu patojenlerden kurtarmaya çalışırken bazen hücreleri tahrip eder ya da kritik önem taşıyan dokulara zarar verir. Dolayısıyla kendinizi hasta hissettiğinizde hissetmekte olduğunuz şey çoğu zaman patojenler değil, kendi bağışıklık tepkilerinizdir. Yine de, hastalanmak enfeksiyona verilen mantıklı bir tepkidir. Hastalanan insanlar yatak istirahatına çekilirler ve böylece hastalığı başkalarına geçirme ihtimalleri azalır. istirahat, daha fazla bedensel kaynağın enfeksiyonla mücadeleye tahsis edilmesini de sağlar.

Dış dünyada size zarar verme potansiyeline sahip çok fazla tehlike bulunduğundan, vücudunuz çeşit çeşit koruyucu akyuvar (lökosit) barındırır. Her biri belli bir tür işgalciyi tanımlamak ve yok etmek üzere tasarlanmış, toplam on milyon kadar akyuvar çeşidi vardır. On milyon

daimi orduyu hep birden hazır tutmak hem çok zordur, hem de beklenen sonucu vermez. işte bu yüzden, her akyuvar çeşidi yalnızca birkaç öncü birliğini aktif olarak görev başında tutar. Enfeksiyona sebep olan mikrop, yani antijen diye adlandırılan şey bedeni işgal ettiğinde, vücudu söz konusu mikroba karşı harekete geçirmekle görevli öncü birlikler saldırganı tanımlar ve doğru türden takviye kuvvetlerini göreve çağırır. Vücudunuz bu kuvvetleri imal ederken kendinizi bitkin hissetmeniz doğaldır. Birlikler nihayet harekete geçtiğindeyse iyileşme belirtileri başlar.

Akyuvarlar merhametsizdir ve son patojeni de yakalayıp öldürene dek durmak bilmeyeceklerdir. Ölümden kurtulmak için, saldırganlar iki temel strateji geliştirmiştir. Ya grip gibi sık rastlanan enfeksiyon hastalıklarında olduğu gibi çabucak saldırıp yeni bir konak organizmaya geçerler ya da AIDS ’ten sorumlu HIV virüsü gibi, akyuvarlar tarafından fark edilmemek için kılık değiştirirler. HIV, harekete geçmeden önce hiç zarar vermeden ve fark edilmeden hücre çekirdeklerinde yıllarca yaşayabilir.

Enfeksiyonun daha da acayip özelliklerinden biri de şudur: Normalde hiç zarar vermeyen mikroplar bazen vücudun yanlış kısımlarına girip, Dr. Bryan Marsh’ın sözleriyle “adeta delirirler.” New Hampshire’ın Lebanon kentindeki Dartmouth-Hitchcock Tıp Merkezi’nin bulaşıcı hastalıklar uzmanı Dr. Marslı bunu şöyle açıklıyor: “Trafik kazaları sonucu iç organlan hasar gören insanlarda her zaman rastlanan bir durumdur bu. Normalde bağırsaklarda yaşayan iyi huylu mikroplar vücudun diğer kısımlarına, mesela kan dolaşımına sıçrayıp büyük tahribata sebep olurlar.”

Son zamanların en ürkütücü, en kontrolden çıkmış bakteriyel hastalığı, *nekrotizan fasiit* denilen illettir. Bu hastalıkta bakteriler kurbanı için için yer, iç dokuyu kemirir ve geriye peltemsi, zararlı bir artık bırakır. Çoğu hasta, cilt döküntüleri ve ateş gibi nispeten hafif şikâyetlerle doktora başvurur, ama sonradan durumlarında çarpıcı bir kötüleşme kaydedilir. Ameliyata alındıklarında dokularının yenilip bitirilmekte olduğu görülür. Tek çare, “radikal eksizyonal ameliyat” diye bilinen bir operasyonla, enfeksiyona uğramış her dokunun kesilip çıkarılmasıdır. Kurbanların yüzde yetmişi ölür, geri kalanlardan birçoğu tanınmayacak hale gelir. Enfeksiyonun kaynağı A Grubu *Streptococcus* denilen ve normalde boğaz iltihabından başka bir şeye yol açmayan sıradan bir bakteri familyasıdır.

Çok nadiren, bilinmeyen sebeplerden ötürü, bu bakterilerden bazıları boğaz astarına nüfuz edip vücuda yayılır. işte o zaman son derece yıkıcı boyutlarda tahribata sebep olurlar. Antibiyotiklere karşı tamamen dirençlidirler. Bu tür vakalara Amerika Birleşik Devletleri'nde her yıl yaklaşık bin defa rastlanır ve durumun daha da kötüleşmeyeceğinden kimse emin olamaz.

Menenjit vakalarında da tıpatıp aynı şey olur. Genç yetişkinlerin en az yüzde 10'u ve ergenlik çağındaki çocukların belki yüzde 30'u, ölümcül meningokok bakterisini taşır, ama bu bakteri boğazda oldukça zararsız bir yaşam sürer. Kırk yılda bir, yüz bin kişi içinden yaklaşık bir genç insanda, kan dolaşımına karıştığı ve kurbanlarını fena halde hasta ettiği görülür. En kötü vakalar on iki saat içinde ölümle sonuçlanabilir. inanılmaz derecede çabuk bir ölümdür bu. “Sabah gayet sağlıklı bir halde kahvaltısını eden kişi akşam ölmüş olabilir,” diyor Marslı.

Onlara karşı tek silahımız olan antibiyotikleri bu kadar bol keseden harcamasaydık, bakterilerle baş etmekte çok daha başarılı olabilirdik. Dikkate değer bir tahmine göre gelişkin dünyada kullanılan antibiyotiklerin yüzde 70 kadarı, düzenli olarak yemlerine katılmak suretiyle çiftlik hayvanlarına verilmektedir. Bunun tek amacı hayvanlarda büyümeyi teşvik etmek ya da enfeksiyona karşı önlem almaktır. Benzer uygulamalar, antibiyotiklere karşı direnç kazanmaları için gereken her türlü fırsatı bakterilere tanır. Onların arayıp da bulamadıkları fırsattır bu.

1952'de penisilin, *Staphylococcus* cinsinden bakterilerin tüm türlerine karşı kesinkes etkiliydi. Öyle ki 1960'ların başlarında ABD Milli Savunma Sağlık Dairesi başkanı William Stewart, şu beyanda bulunacak kadar güveniyordu kendine: “Bulaşıcı hastalıklar döneminin kapanma vakti gelmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'ni enfeksiyondan tamamen temizledik artık.” Oysa bu sözler ağzından çıktığı esnada bile, sözü geçen bakteri türlerinin yüzde 90 kadarı penisiline bağışıklık geliştirme sürecine çoktan girmişti. Çok geçmeden, bu yeni türlerden “Metisiline Dirençli *Staphylococcus aureus*” denilen bir tanesi hastanelerde baş göstermeye başladı. Tek bir antibiyotik türü (vankomisin) bu bakteriye karşı hâlâ etkiliydi, ama 1997'de Tokyo'daki bir hastanede vankomisine bile direnç gösterebilen bir türün ortaya çıktığı bildirildi. Birkaç ay içinde bakteri diğer

Japon hastanelerine yayılmıştı. Anlayacağınız mikroplar savaşı her yerde yeniden kazanmaya başlıyor: ABD hastanelerinde yılda yaklaşık on dört bin kişi hastaneden kaptıkları enfeksiyonlar yüzünden ölüyor. James Surowiecki'nin *New Yorker'da* yayınlanan bir makalede belirttiği gibi, iki hafta boyunca her gün alınacak antibiyotikler mi, yoksa ömür boyu her gün alınacak antidepresanlar mı geliştireceklerine karar verme şansları olsaydı, ilaç şirketleri ikinci seçeneği tercih ederdi ve bu hiç de şaşırtıcı olmazdı. Birkaç antibiyotik biraz güçlendirildiyse de, eczacılık endüstrisi 1970'lerden beri bizlere yepyeni bir antibiyotik sunamamıştır.

Başka pek çok hastalığın bakteriyel kökenli olabileceği keşfedileli beri, antibiyotikleri yerli yersiz kullanmanın ne korkunç bir hata olduğunu daha iyi anlamaya başladık. Keşif süreci 1983'te Batı Avustralya'nın Perth kentinden doktor Barry Marshall'ın birçok mide kanserine ve çoğu mide ülserine *Helicobacter pylori* denilen bir bakterinin sebep olduğunu anlamasıyla başladı. Marshall'ın bulguları kolayca sınandığı halde bu görüş öyle radikaldi ki, genel kabul görmesi için aradan on yılı aşkın zaman geçmesi gerekecekti. Amerikan Ulusal Sağlık Enstitüleri mesela, bu fikri 1994'e kadar resmen desteklemedi. "Yüzlerce, hatta binlerce insan ülserler yüzünden yok yere ölmüş olmalı," dedi Marshall 1999'da bir *Forbes* muhabirine.

O zamandan bu yana sürdürülen araştırmalar, kalp hastalığı, astım, artrit, multipl skleroz, birkaç zihinsel hastalık türü, birçok kanser, hatta *(Science* düzeyindeki yayınlarda) ileri sürüldüğü üzere, obezite gibi tüm diğer hastalıklarda bakteriyel bir unsurun etkili olduğunu ya da pekâlâ olabileceğini göstermiştir. Etkili bir antibiyotiği çaresizce arayıp da bulamayacağımız günler belki de çok uzak değil.

Bakterilerin kendilerinin de hastalanabileceğini bilmek biraz olsun içimizi rahatlatabilir. Bakteriler bazen, bir tür virüs olan bakteriyofajlar (ya da kısaca fajlar) tarafından hasta edilirler. Virüs, garip ve sevimsiz bir yaratıktır: Nobel ödüllü Peter Medawar'ın unutulmaz sözleriyle, "kötü haberlerle çevrili bir parça nükleik asit"tir. Bakterilerden daha küçük ve daha basit yapıdaki virüsler kendi başlarına canlı değildir. izole edildiklerinde atıl ve zararsızdırlar. Ama onları uygun bir konak organizmaya yerleştirdiğiniz an derhal faaliyete geçerler: Canlanırlar. Beş

bin kadar virüs türü bilinmektedir. Nezle ve gripten tutun, çiçek, kuduz, sarıhumma, ebola, çocuk felci ve AIDS'in kaynağı olan "insan bağışıklık yetmezliği virüsü" (HIV) gibi insan sağlığını en çok tehdit edenlerine kadar, yüzlerce hastalığa yol açarak başımıza bela olan virüsler vardır.

Virüsler canlı bir hücrenin genetik malzemesini gasp eder ve başka virüsler üretmek için kullanırlar. Çılgınca çoğalır ve işgal edecek başka hücreler aramak üzere aniden yayılırlar. Kendileri canlı organizmalar olmadıklarından, güçleri ancak çok basit yapılara yeter. En basitinden bakteriye bile birkaç bin gen gerekirken, HIV dahil birçok virüsün on ya da daha az sayıda geni vardır. Ayrıca çok küçüktürler, sıradan bir mikroskopla görülemeyecek kadar küçük. 1943'te elektron mikroskobunun icadına dek, bilim adamlarının onları görebilmelerine olanak yoktu. Küçüklüklerine karşın, müthiş tahribatlara sebep olabilirler. Çiçek hastalığı sırf yirminci yüzyılda tahminen 300 milyon insan öldürmüştür.

Yeni ve inanılmaz biçimler alarak dünyayı kırıp geçirdikten sonra ortaya çıktıkları kadar çabuk yok olma kapasiteleri de tüyler ürpertici boyutlardadır. 1916'da yaşanan benzer bir vakada, Avrupa ve Amerika'daki insanlar, sonradan letarjik ensefalit olarak tanınan acayip bir uyku hastalığı yüzünden yatağa düşmeye başladılar. Kurbanlar uyur ve uyanmazlardı. Yemek yemeleri ya da tuvalete gitmeleri için zorbela da olsa kaldırılabilir, ilgisiz davransalar da kendilerine sorulan sorulara mantıklı cevaplar verebilirlerdi: Kim olduklarını ve nerede olduklarını bilirlerdi mesela.

Ne çare ki, kendi hallerine bırakıldıkları an tekrar derin bir şuursuzluğa dalar ve müdahale edilmediği sürece o halde kalırlardı. Bazıları ölmeden önce aylarca uyku halinde yaşadı. Çok az sayıda hasta hayatta kalmayı başardı ve bilinçleri yerine geldi, ama eski canlılıklarına asla kavuşamadılar. Bir doktorun sözleriyle "sönmüş volkanlar gibi" derin bir apati halinde yaşadılar. On sene içinde hastalık beş milyon kadar insanı canından etti ve sonra sessiz sedasız yok oldu. Çektiği ilgi çok kalıcı olamadı, çünkü bu arada daha da beter bir salgın, hatta tarihin en kötü salgını dünyayı kasıp kavurmaktaydı.

Bu salgın bazen Büyük Domuz Gribi salgını, bazen de Büyük ispanyol Gribi salgını diye adlandırılır, ama her halükarda son derece şiddetliydi. Birinci Dünya Savaşı dört sene içinde 21 milyon insanın ölümüne sebep

oldu; domuz gribiyse aynı işi meydana çıkışını izleyen dört ay içinde becerdi. Birinci Dünya Savaşı'nda ölen Amerikalı askerlerin neredeyse yüzde 80'i düşman ateşi yüzünden değil, grip yüzünden can verdi. Bazı birliklerde zayiat yüzde 80'i buluyordu.

Domuz gribi normal, öldürücü olmayan bir grip türü olarak 1918 baharında ortaya çıktı, ama izleyen aylarda daha ciddi bir illete dönüşmenin bir yolunu buldu. Bunu nasıl ya da nerede becerdiğini kimse bilmiyor. Kurbanların beşte birinde yalnızca hafif belirtiler görüldü, ama geri kalanı fena halde hastalandılar ve çoğunlukla öldüler. Kimileri birkaç saat içinde hastalığa yenik düştü, kimileriyse birkaç gün dayandı.

1

Dev bir mürekkepbalığının sindirilemeyen bölümleri, bilhassa ağız kısımlan, ispermeçet balinalannın midelerinde birikerek esmeramber diye bilinen maddeye dönüşür. Bu madde parfümlerde fiksatif olarak kullanılır. Yani bir dahaki sefere boynunuza (sözgelimi) Chanel No. 5 sıktığınızda, kendinizi bu görülmemiş deniz canavarının özüyle ıslatmakla olduğunuzu düşünmek isteyebilirsiniz.

2

Hoplostethus atlanticus. (ç.n.)

3

plankton: denizlerde ve tatlı sularda, akıntılarla sürüklenerek pasif olarak yüzen küçük organizmalar. (ç.n.)

4

Dünyada doğal yollarla oluştuğu bilinen amino asit sayısı aslında yirmi ikidir ve yenileri keşfedilmeyi bekliyor olabilir, ama insanın ve diğer canlı varlıklardan çoğunun oluşumu için bunlardan yalnızca yirmisine gerek vardır. Pyrrolysine diye adlandırılan yirmi ikinci amino asit, 2002'de Ohio Eyalet Üniversitesindeki araştırmacılar tarafından keşfedilmiştir ve *Methanosarcina barkeri* diye adlandırılan tek bir "arke" (biraz daha ileride tartışacağımız temel bir yaşam formu) tipinde bulunmaktadır.

5

yaratılışçılar (creationists): maddenin, canlıların ve dünyanın Tanrı tarafından yoktan var edildiğine inanan evrim karşıdan. (ç.n.)

6

kütlenin etkisi yasası: basit bir kimyasal reaksiyonun hızının, reaksiyona giren maddelerin belirli kuvvetlere yükseltilmiş kütlelerinin çarpımıyla orantılı olduğunu söyleyen temel kimyasal kinetik yasası. (ç.n.)

7

Sensitive High Resolution !on Micro Probe.

8

taksonomi: organizmaları sınıflandırma bilgisi, sistematik. (ç.n.)

Amerika Birleşik Devletleri’nde ilk ölümler Ağustos 1918 sonlarında Boston’da, denizciler arasında kaydedildi. Ama salgın çabucak ülkenin bütün bölgelerine yayıldı. Okullar tatil edildi, kamusal eğlence merkezleri kapatıldı, insanlar her yerde maskeyle dolaşmaya başladılar. Bu önlemler biraz işe yaradı. 1918 güzü ile 1919 bahan arasında Amerika’da 548.452 kişi gripten öldü. Britanya’da ölü sayısı 220.000’i buldu, Fransa ve Almanya’da da benzer sayılarda ölü verildi. Üçüncü Dünya’da kayıtlar kötü tutulduğundan, küresel can kaybının hangi rakamlara vardığını kimse bilmiyor, ama bu rakam 20 milyondan az olmadığı gibi, muhtemelen 50 milyonu buluyordu. Küresel can kaybı toplamını 100 milyona yükselten tahminler de vardır.

Bir aşı icat etmek üzere kolları sıvayan tıp otoriteleri, Boston Limanı’ndaki Deer Island askeri cezaevinde gönüllü mahkûmlar üzerinde testler yaptılar. Mahkûmlara bir dizi testten sağ çıkmaları halinde af vaat edilmişti. Bu testlere hunharlık demek az kalır. Deneklere önce ölülerden alınmış akciğer dokuları şırınga ediliyor, sonra da göz, burun ve ağızlarına hastalık mikroplan püskürtülüyordu. Hâlâ dayanıyorlarsa, boğazlarına ölüm döşeğindeki hastalardan alınmış cerahatler sürülüyordu. Hiçbiri işe yaramazsa, ağır hasta bir kurbanın karşısına oturup ağızlan açık beklemeleri isteniyor, bu arada hastanın deneklerin suratlarına doğru öksürmesine yardımcı olunuyordu.

Şaşılası bir kararla gönüllü olan üç yüz adam arasından altmış ikisi doktorlar tarafından denek olarak seçildi. Hiçbiri gribi kapmadı, bir tanesi bile. Hastalanan tek kişi cezaevinin doktoru oldu, o da çabucak öldü. Bu durumun kuvvetle muhtemel açıklaması şuydu: Salgın birkaç hafta önce cezaevine de uğramıştı ve hepsi de bu ziyaretten sağ çıkmış olan gönüllü mahkûmlar doğal bir bağışıklık kazanmışlardı.

1918’ de yaşanan grip salgınının muallakta kalan ya da hiç anlaşılamayan pek çok yanı vardır. Muammalardan biri, nasıl olup da ansızın her yerde, okyanuslarla, sıradağlarla ve diğer doğal engellerle ayrılmış topraklarda ortaya çıkmış olduğudur. Virüsler bir konak organizma dışında birkaç saatten fazla yaşayamaz. Öyleyse bu virüs aynı hafta içinde hem Madrid’de, hem Bombay’da, hem de Philadelphia’da nasıl ortaya çıkabilmişti?

Olası cevap şudur: Yalnızca hafif semptomlar gösteren ya da hiç göstermeyen insanlar tarafından kuluçkaya yatırılmış ve yayılmıştı. Normal salgınlarda bile, insanların yaklaşık yüzde lO’u grip virüsü taşır, ama hiç hastalık belirtisi göstermediklerinden bunun farkına varmazlar. Ve sürekli dolanım halinde olduklarından, hastalığın yayılmasındaki en önemli faktörü genellikle onlar oluşturur.

Bu cevap 1918 salgınının yaygın dağılımını açıklamaya yeter, ama birkaç ay pusuya yattıktan sonra aşağı yukan aynı anda her yerde patlak vermeyi nasıl başardığını açıklayamaz. Öncelikle olgunluk çağındaki insanları vurmuş olması daha da esrarengiz bir husustur. Grip normalde en çok çocukları ve yaşlılan etkiler, oysa 1918 salgınının kurbanlan ezici çoğunlukla yirmili otuzlu yaşlarındaki insanlar olmuştu. Daha yaşlılar aynı virüs cinsiyle daha evvel karşılaşmış olmanın kazandırdığı direnç sayesinde ayakta kalmış olabilirler, ama daha genç insanların neden aynı şekilde kayrıldıkları bilinmemektedir. Muammaların en büyüğü ise şudur: Çoğu grip ölüme yol açmazken, 1918 gribi neden bu kadar gaddarca öldürücüydü? Hâlâ hiçbir fikrimiz yok.

Zaman zaman bazı virüs türlerinin geri döndüğü olur. HlNl diye bilinen, evlerden ırak bir Rus virüsü 1933’te geniş alanlarda ciddi salgınlara yol açtıktan sonra 1950’lerde geri döndü ve sonra 1970’lerde bir kez daha baş gösterdi. Her kayboluşunda nereye saklandığı belirsizdir. Önerilerden biri, virüslerin yeni bir insan nesline el atmadan önce yabani hayvan nüfuslarına saklanıp dikkat çekmeden yaşadığı yolundadır. Büyük Domuz Gribi salgınının bir kez daha baş göstermeyeceğini kimse garanti edemez.

Zaten o hortlamasa bile, başkaları hortlayabilir. Yeni ve korkutucu virüsler her an mantar gibi türüyor. Ebola, Lassa ve Marburg hummalarının hepsi de birden parlayıp sönme eğilimindedir, ama bir yerlerde sessizce mutasyona uğramakta olmadıklarını ya da katastrofık biçimde patlak vermek için fırsat kollamadıklarını kimse söyleyemez. AIDS’in başlangıçta kimse tarafından tahmin edilmeyen uzunlukta bir süredir aramızda dolaştığını artık kesinkes biliyoruz. Ingiltere’deki Manchester Kraliyet Hastanesi araştırmacıları, l 959’da tedavisi mümkün olmayan esrarengiz sebeplerden ötürü ölen bir denizcinin aslında AIDS’li olduğunu keşfettiler.

Ama her nedense, izleyen yirmi sene süresince hastalık genel olarak pasif kaldı.

Diğer benzeri hastalıkların yaygınlaşmış olmaması bir mucizedir. Ilk kez 1969'da Batı Afrika'da belirlenen Lassa humması, bulaştıktan sonra son derece çabuk ilerler ve hakkında bilinen çok az şey vardır. 1969'da, Connecticut'ın New Haven kentindeki Yale Üniversitesi Laboratuvan'nda çalışan bir doktor, Lassa hummasını incelerken ona kendisi yakalandı. Ölmedi, ama daha korkutucu bir gelişmeyle, civar laboratuvarlardan birinde çalışmakta olan bir teknisyen, doğrudan maruz kalmadığı halde hastalığı kapıp öldü.

Bereket versin salgın orada durdu, ama her zaman bu kadar şanslı olmayabiliriz. Yaşam tarzlarımız salgınlara davetiye çıkarır. Uçak yolculuğu hastalık taşıyan organizmaların gezegenin dört bir yanına inanılmaz bir kolaylıkla yayılmasını mümkün kılar. Bir ebola virüsü güne sözgelimi Benin'de başlayıp, akşam soluğu New York'ta ya da Hamburg'da ya da Nairobi'de ya da her üçünde birden alabilir. Demek oluyor ki kamu sağlığından sorumlu otoritelerin herhangi bir yerde salgınlaşan her illeti çok iyi tanımalarına duyulan ihtiyaç giderek artmaktadır, ama elbette bu bilinç hâlâ yeterince gelişmemiştir. 1990'da, Chicago'da yaşayan bir Nijeryalı, memleketini ziyareti sırasında Lassa hummasına maruz kaldı ve Amerika Birleşik Devletleri'ne dönene dek herhangi bir hastalık belirtisi göstermedi. Bir Chicago hastanesinde hayatını kaybettiğinde, hastalığına hiçbir tanı konulamamıştı. Gezegen üzerindeki en öldürücü ve bulaşıcı hastalıklardan birine yakalandığı bilinmediği için bakımı sırasında hiçbir özel önlem de alınmamıştı. Mucize eseri, hastalık başka kimseye bulaşmadı. Bir dahaki sefere bu kadar şanslı olmayabiliriz.

Bu ayıltıcı notu da düştükten sonra, görülebilir canlıların dünyasına geri dönmenin vakti geldi artık.

21

HAYAT DEVAM EDİYOR

Fosilleşmek kolay değildir. Canlı organizmaların neredeyse hepsinin (yüzde 99,9'undan fazlasının) kaderi, gübreye dönüşüp hiçliğe karışmak

olur. Hayat kıvılcımınız söndüğü an, sahip olduğunuz her molekül ya azar azar kemirilip tüketilecek ya da yeniden kullanıma sokulmak üzere başka sistemlere taşınacaktır. Dünyanın kanunu budur. Başka canlılar tarafından yenilmeyen küçük bir organizmalar grubuna, yani canlıların yüzde O, 1 ’den daha küçük bir bölümüne girmeyi başarsanız bile, fosilleşme şansınız çok azdır.

Fosilleşmek için yerine getirmeniz gereken birkaç şart vardır. Öncelikle doğru yerde ölmelisiniz. Kayaçların yalnızca yaklaşık yüzde l5’i fosil muhafaza etmeye elverişlidir, dolayısıyla gelecekte granitleşecek bir zeminde düşüp ölmenin faydası olmayacaktır. Anlayacağınız, ölen canlının ıslak çamura saplanmış bir yaprak gibi iz bırakabileceği ya da oksijene maruz kalmadan çürüyebileceği tortullara gömülmesi şarttır. Böylece kemiklerdeki ve sert kısımlardaki (ve çok nadiren, yumuşak kısımlardaki) moleküllerin yerlerini çözünmüş minerallerin alması ve orijinalin taşlaşmış bir kopyasının yaratılması mümkün olur. Sonra da, fosili içeren tortullar dünya süreçleri tarafından hoyratça ezilip büzülür, itilip kakılırken, fosil tanımlanabilir bir şekli ne yapıp edip korumalıdır. Son olarak ve en önemlisi, onlarca milyon ya da belki yüzlerce milyon yıl sonra keşfedilmesi, gizlendiği yerden çıkarılması ve saklanmaya değer bir şey olduğunun farkına varılması gerekir.

Bir milyar kemikten yaklaşık olarak yalnızca bir tanesinin fosilleşebildiği düşünülüyor. Eğer bu doğruysa, bugün hayatta olan bütün Amerikalılardan (yani her biri 206 kemiğe sahip 270 milyon insandan) artakalacak fosil mirasının tamamı yalnızca 50 kemik olacak: eksiksiz bir iskeletin dörtte biri kadar. Bu kemiklerden herhangi birinin bir gün keşfedileceğini de kimse garanti edemez elbette. 9,3 milyon kilometrekareden biraz daha geniş bir alan içinde herhangi bir yere gömülü olabileceklerini ve bu alanın çok azının dünya süreçleri tarafından deveran ettirileceğini, daha da azının inceleneceğini hesaba katarsak, keşfedilmeleri mucize olur. Fosiller her bakımdan yok denecek kadar azdır. Yeryüzünde yaşamış varlıkların çoğu arkasında hiç iz bırakmamıştır. 10.000’de birden az türün fosil kayıtlarına girebildiği hesaplanmıştır. Bu oranın sonsuz küçüklüğü zaten yeterince hayret vericidir. Ama dünyanın dünya olalı beri 30 milyar yaratık türü üretmiş olduğu yolundaki genel tahmini ve [Richard Leakey ile Roger Lewin’in *The Sixth Extinction* (Altıncı Nesil Tükenişi)

adlı yapıtlarında yer verdikleri açıklamaya dayanarak] fosil kayıtlarının 250.000 tür yaratık içerdiğini göz önüne alırsak, oran iyice küçülerek 120.000’de bire iner. Her halükarda, elimizdeki fosiller dünyanın üretmiş olduğu bütün yaşam türlerinin küçücük bir seçkisinden ibarettir.

Üstelik, elimizdeki fosil kayıtlan fena halde yanıltıcıdır. Çoğu kara hayvanı, elbette tortullarda ölmez. Açıkta kalıp kurda kuşa yem olur ya da çürümeye terk edilir ve hiçbir dönüşüme uğramaz. Bu nedenle fosil kayıtlan deniz mahluklarına manasızca iltimas geçmiştir. Elimizdeki bütün fosillerin yaklaşık yüzde 95’i bir zamanlar sualtında, ekseriyetle sığ denizlerde yaşamış hayvanlara aittir.

Bütün bunlara, kasvetli bir şubat günü Londra’daki Doğa Tarihi Müzesi’ne gidip, neşeli, yüzü belli belirsiz kırışmış, son derece cana yakın bir paleontolog olan Richard Fortey’yle neden buluştuğumu açıklamak için değindim.

Fortey pek çok konuda engin bilgi sahibidir. *Life: An Unauthorised Biography* (Yaşamın izinsiz Biyografisi) adını taşıyan kinayeli, müthiş bir kitabın yazandır. Kitabında hayvanların yaratılışını bütün ihtişamıyla gözler önüne serer. Ama onun ilk göz ağrısı, trilobitler denilen bir tür deniz yaratığıdır. Ordovisyen dönem denizleri, bir zamanlar trilobitlerle dolup taşardı. Ama bu yaratıklar varlıklarını çok fazla sürdüremediler ve onlardan geriye yalnızca fosilleri kaldı. Hepsinin de baş, kuyruk ve göğüsten oluşan, üç kısımlı ya da loplu basit bir vücut planı vardı: Trilobit adı bu üçlü yapıdan gelir. Fortey ilk trilobitini Galler’deki St. David’s Körfezi’nde kayalara tırmanan küçük bir çocukken buldu. Ve hayatı boyunca onların müptelası oldu.

Yüksek metal dolaplarla dolu bir galeriye götürdü beni. Her dolap sığ çekmecelerle ve her çekmece taşlaşmış trilobitlerle doluydu: toplam yirmi bin örnek.

“Çok fazlaymış gibi görünüyor,” diye hak verdi, “ama eski denizlerde milyonlarca yıl boyunca milyonlarca trilobitin yaşamış olduğunu unutmamalı; yani yirmi bin çok da büyük bir rakam değil aslında. Üstelik bunların çoğu sadece kısmi örnekler. Eksiksiz bir trilobit fosili bulmak paleontologlar için hâlâ büyük hadise.”

Trilobitler ilk kez 540 milyon yıl kadar önce, kompleks yaşamın Kambriyen patlama diye bilinen büyük doğuş anına yakın bir tarihte, sanki yoktan var olmuşçasına, tümüyle gelişmiş bir halde ortaya çıktılar. Sonra, 300.000 küsur yüzyıl sonraki Permiyen dönemde, hâlâ gizemini koruyan büyük nesil tükenişi sırasında başka pek çok varlıkla birlikte yeryüzünden silindiler. Nesli tükenmiş tüm yaratıklara olduğu gibi, onlara da başarısız gözüyle bakmaya doğal olarak eğilimliyiz, ama aslında onlar dünyanın gelmiş geçmiş en başarılı hayvanları arasındaydı. 300 milyon yıl saltanat sürdüler: Tarihin hayatta kalmayı en iyi beceren yaratıklarından biri olan dinozorların saltanat devrinin iki katı uzunlukta bir süredir bu. Fortey, insan neslinin şimdiye dek bunun yüzde l ’inin yarısı uzunlukta bir süredir hayatta kalmayı başarmış olduğuna dikkat çekiyor.

Bu kadar bol vakitleri olunca, trilobitler muazzam miktarlarda çoğaldılar. Çoğu trilobit modem zamanların kınkanatlıları kadar küçük kaldı, ama bazıları tabak kadar büyüdü. Toplamda, en az beş bin cins ve altmış bin tür trilobit fosili bulunmuştur, ama bunlara durmadan yenileri katılıyor. Fortey yakın zaman önce Güney Amerika’da düzenlenen bir konferansa katılmış. Orada, Arjantin’deki küçük bir üniversitenin öğretim üyelerinden biri yanına yaklaşmış. “Daha evvel Güney Amerika’da, hatta hiçbir yerde görülmemiş türden trilobitlerle ve başka fosillerle dolu ilginç bir kutusu vardı,” diyor Fortey. “Öğretim üyesi ne onları incelemek için gereken araştırma olanaklarına, ne de başka fosiller aramak için gereken para kaynaklarına sahipti. Sahiden de dünyada hâlâ hiç araştırılmamış topraklar var.”

“Trilobitler bakımından mı?”

“Hayır,” dedi Fortey, “her bakımdan.”

On dokuzuncu yüzyıl boyunca, trilobitler ilk kompleks yaşamın bilinen neredeyse yegâne formlarıydı ve bu nedenle usanmazca toplanıp incelendiler. En gizemli yanları, fosil kayıtlarında aniden ortaya çıkışlarıydı. Doğru kayaç oluşumlarına gidip katmanları eskiden yeniye doğru çağ çağ incelediğinizde, diyor Fortey, gözle görülebilir hiçbir canlı türüne rastlamazken ansızın “yengeç büyüklüğünde eksiksiz bir *Profallotaspis'm* ya da *Elenellus'un* avucunuzun içine düşüverdiğini” görmek şimdi bile afallatıcı olabilir. Bunlar, bacakları, solungaçları, sinir sistemleri, hassas

antenleri, Fortey'nin sözleriyle, "bir tür beyinleri" ve alelacayip gözleri olan yaratıklardı. Kalsitten, yani kireçtaşını oluşturan aynı malzemeden yapılmış olan bu gözler, bilinen ilk görme sistemleridir. Üstelik en eski trilobitler bir tek cesur türden ibaret değildi, düzinelerce trilobit türü vardı ve bir iki yerde değil, dört bir yanda ortaya çıktılar. On dokuzuncu yüzyılda, kafası çalışan pek çok insan bunu Tanrı'nın marifetinin kanıtı ve Darwin'in evrimci ideallerinin tekzibi olarak gördü. Madem evrim çok yavaş ilerliyormuş, diye soruyorlardı, bu kompleks, tümüyle gelişmiş yaratıkların aniden ortaya çıkışını Darwin nasıl açıklıyor? İşin doğrusu, açıklayamıyordu.

Tartışmalar hiç bitmeyecekmiş gibi gözükürken, 1909'da bir gün, Darwin'in *On the Origin o/Species* (Türlerin Kökeni Üzerine) adlı kitabının yayınlanma tarihinin ellinci yıldönümüne üç ay kala, Charles Doolittle Walcott adında bir paleontolog Kanada Kayalık Dağları'nda olağanüstü bir keşif yaptı.

1850'de doğan Walcott, New York eyaletinin Utica kenti civarında, orta halli bir ailenin oğlu olarak büyümüştü. Walcott daha bebekken, babasının ani ölümü üzerine aile geçim sıkıntısına düştü. Walcott fosil bulmaya, özellikle de tribolit bulmaya doğuştan kabiliyetli olduğunu çocuk yaşta fark etti. Koleksiyonu öyle göz doldurucuydu ki, Louis Agassiz tarafından Harvard'daki müze için küçük bir servet (bugünün parasıyla yaklaşık 70.000 $) karşılığında satın alındı. Doğru dürüst ortaöğrenim görmediği ve bilim alanında kendi kendini yetiştirdiği halde, Walcott tribolitler konusunun başlıca otoriteleri arasına girdi ve tribolitlerin modern böcekleri ve kabukluları içine alan eklembacaklılar grubuna ait olduğunu kanıtlayan ilk kişi oldu.

1879'da yeni kurulan Birleşik Devletler Jeolojik Araştırma Kurumu'nda araştırmacı olarak göreve başladı. Öyle parlak bir performans gösterdi ki, on beş sene içinde kurumun başına geçirildi. 1907'de Smithsonian Enstitüsü'nün sekreterliğine atandı ve 1927'deki ölümüne dek bu görevde kaldı. İdari yükümlülüklerinin ağırlığına karşın, sahadaki araştırmalarına devam etti ve pek çok kitaba imza attı. Fortey'ye göre, "Bir kütüphane rafını dolduracak sayıda kitabı vardır." Walcott, sonradan Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) adını alan Ulusal Havacılık Danışma

Komitesi'nin de (NACA) kurucu yöneticileri arasındaydı. Dolayısıyla onu uzay çağının babası saymak yanlış olmaz.

Ama onu bugün en çok, 1909 yazı sonlarında İngiliz Kolumbiyası'nda, küçük Field kasabasına tepeden bakan yükseklikte, aklının ama aynı zamanda şansının da yardımıyla yaptığı keşifle hatırlarız. Hikâyenin o gün bugündür anlatılagelen yorumuna göre, Walcott karısıyla birlikte at sırtında bir dağ yolunda ilerlerken, karısının atı gevşek taşlara basıp kaydı. Ona yardım etmek için atından inen Walcott, atın eşelediği yerde son derece eski ve olağanüstü kabuklu fosiller içeren bir şeyl[1] levhasının ortaya çıkmış olduğunu keşfetti. Kar yağmaya başlamıştı. (Kanada Kayalık Dağları'na kış erken bastırır.) Dolayısıyla orada fazla oyalanmadılar, ama ertesi sene Walcott ilk fırsatta aynı noktaya geri döndü. Kayaçların tahmini eğimini izleyerek 230 metre yukarıya tırmanıp dağın zirvesine yaklaştı. Orada, deniz seviyesinden 2.440 metre yükseklikte yüzeye çıkmış bir şeyl yatağı buldu. Yatak bir şehir bloğu uzunluğundaydı ve kompleks yaşamın göz kamaştırıcı bir bereketle fışkırdığı andan (meşhur Kambriyen patlamadan) kısa süre sonrasına ait, eşi benzeri görülmemiş fosiller içeriyordu. Walcott paleontolojinin kutsal kâsesini bulmuş sayılırdı. Söz konusu yatak Burgess Şeyli diye anılır oldu ve uzunca bir süre, merhum Stephen Jay Gould'un popüler kitabı *Wonderful Life*'da (Olağanüstü Yaşam) yazdığı gibi, "bize modem yaşamın bütün gücüyle başladığı anın manzarasını sunan yegâne hazinemizi" oluşturdu.

Titizliğiyle ünlü Gould, Walcott'ın günlüklerini okuyarak, Burgess Şeyli'nin keşfi hakkındaki hikâyenin bir miktar ballandırılmış olduğunu keşfetti: Walcott günlüklerinde ayağı kayan bir ata ya da yağan kara hiç değinmemişti. Ama bunun olağanüstü bir keşif olduğu konusunda tartışmaya yer yoktu.

Yerküre'de geçireceği zaman göz açıp kapayıncaya kadar geçen birkaç kısa onyılla sınırlı olan bizler için, Kambriyen patlamanın ne uzak bir geçmişte meydana geldiğini kavramak neredeyse imkânsızdır. Saniyede bir yıl hızla geçmişe uçabilseydiniz, İsa'nın yaşadığı zamanlara varmak yaklaşık yarım saatinizi, insan yaşamının başlangıcına dönmekse üç haftadan biraz fazla vaktinizi alırdı. Ama Kambriyen dönemin doğuşuna

ulaşmak için yirmi yıl uçmak zorunda kalırdınız. Anlayacağınız o dönem aşın uzun zaman önceydi ve o sıralar dünya çok farklı bir yerdi.

Mesela, Burgess Şeyli'nin oluştuğu 500 milyon küsur yıl önce, orası bir dağ tepesi değil, bir dağ eteğiydi. Daha doğrusu, sarp bir uçurumun dibinde uzanan sığ bir okyanus tabanıydı. O zamanın denizleri canlılarla dolup taşardı, ama hayvanlar genellikle arkalarında hiç iz bırakmazdı, çünkü yumuşak vücutluydular ve öldükleri zaman çürüyüp giderlerdi. Ama Burgess'teki uçurum çöktü ve aşağıdaki yaratıklar toprak altında kalıp çamura gömüldü. Bir kitabın sayfaları arasında kurutulan çiçekler gibi ezilip yamyassı oldular. Böylece hatları fevkalade ayrıntılı biçimde muhafaza edildi.

Walcott, 1910'dan 1925'e, yani yetmiş beş yaşına gelene dek sürdürdüğü yıllık yaz gezilerinde on binlerce örnek topladı ve bu örnekleri daha iyi incelemek için beraberinde Washington'a getirdi. (Walcott'ın topladığı örnek sayısı, Gould'a göre 80.000, *National Geographic'in* genellikle sorgulanamayacak doğrulukta bilgiler derleyen araştırmacılarına göre 60.000'dir.) Hem nicelik hem de nitelik açısından bu koleksiyonun eşi benzeri yoktu. Burgess fosillerinden bazıları kabuklu, bazıları kabuksuzdu. Bazıları gözlü, bazıları gözsüzdü. Çeşitlilik olağanüstüydü, bir sayıma göre 140 tür içeriyordu. "Anatomik tasarımlar açısından Burgess Şeyli'nin içerdiği farklılık yelpazesi, bir dengi daha bulunmayan ve günümüzde dünyadaki tüm okyanus yaratıklarının asla boy ölçüşemeyeceği genişlikteydi," diye yazdı Gould.

Gould'a göre, Walcott yaptığı keşfin önemini ne yazık ki kavrayamadı. "Zor olanı başarıp, yenilgiyi zaferin pençelerinden koparararak," diye yazdı Gould, *Eight Little Piggies* (Sekiz Küçük Domuzcuk) adını taşıyan bir diğer yapıtında, "bu muhteşem fosilleri yanlış yorumlamak için mümkün olan her yolu denedi." Onları modem gruplara dahil ederek, günümüz solucanlarının, denizanalarının ve diğer yaratıkların atası yaptı ve böylece farklılıklarını gözden kaçırdı. "Böyle bir yorumu temel alırsan," diye hayıflanmıştı Gould, "yaşam primordiyal (ilksel) basitlikte başlamış ve aman vermeyen bir ilerlemeyle durmaksızın iyiye gitmişti." Walcott 1927'de öldü ve Burgess fosilleri büyük ölçüde unutuldu. Koleksiyon neredeyse yarım yüzyıl boyunca Washington'daki Amerikan Doğa Tarihi

Müzesi’nin çekmecelerinde kapalı kaldı. Nadiren ziyaret edildi ve hiç sorgulanmadı. Derken 1973’te Cambridge Üniversitesi’nden Simon Conway Morris adında bir mastır öğrencisi koleksiyonu ziyaret etti. Gözlerine inanamamıştı. Fosiller Walcott’ın yazılarında dikkat çekmiş olduğundan çok daha çeşitli ve muhteşemdi. Taksonomide, tüm organizmaların temel vücut planlarını tanımlayan kategoriye *filum* denir. Conway Morris şu sonuca varmıştı: Burada çekmeceler dolusu anatomik benzersizlik vardı ve hepsi de kendilerini keşfeden adam tarafından inanılmaz ve açıklanamaz biçimde gözden kaçırılmıştı.

Conway Morris, danışmanı Harry Whittington ve yine bir mastır öğrencisi olan arkadaşı Derek Briggs’le birlikte, sonraki birkaç senesini bütün koleksiyonu sistemli biçimde gözden geçirmeye ve birbiri ardına son derece ilginç monografiler üretip, keşif üstüne keşif yapmaya adadı. Yaratıklardan birçoğunun, Burgess keşfinden önce ya da sonra görülmüş olan hiçbir şeye benzemediği söylenemezdi, ama *fevkalade* farklıydılar. *Opabinia* denilen bir tanesinin beş gözü ve ucunda pençeler olan, memeye benzer bir hortumu vardı. *Peytoia* diye adlandırılan disk şeklindeki bir diğer yaratığın bir dilim ananasa olan benzerliği gülünesi boyutlardaydı. Üçüncü bir tanesi, cambazların kullandığı tahta ayaklıkları andıran upuzun bacaklar üstünde yalpalaya yalpalaya yürüyordu anlaşılan. Acayipliğinden esinlenilerek *Hallucigenia* diye adlandırıldı. Koleksiyonda o kadar çok sayıda fark edilmemiş yenilik vardı ki, bir defasında yeni bir çekmece açarlarken Conway Morris’in ağzından şu meşhur sözlerin döküldüğü duyuldu: “Hass...tir, bir filum daha mı?”

İngiliz ekibinin revizyonları Kambriyen dönemde vücut tasarımlarında eşsiz bir yenilik ve deneme sürecinin yaşandığını gösterdi. Yaşam, neredeyse dört milyar yıl boyunca belirgin hiçbir gayret göstermeksizin kompleksliğe doğru aheste aheste ilerlemiş, sonra aniden, beş ila on milyon yıl gibi kısacık bir zaman zarfında, bugün hâlâ kullanımda olan temel vücut tasarımlarının hepsini birden üretivermişti. İpliksolucanlarından tutun, Cameron Diaz’a kadar istediğiniz yaratığı seçebilirsiniz: Hepsi de ilk kez Kambriyen dönemde yaratılmış bir yapıyı kullanır.

Ama en büyük sürpriz, amacına ulaşamayan, yani neslini sürdürmeyi başaramayan vücut tasarımlarının çok sayıda olmasıydı. Gould’a göre,

Burgess hayvanlarının en az on beşi, belki en fazla yirmisi, tanınmış hiçbir fıluma ait değildi. (Bu sayı bazı popüler beyanlarda çok geçmeden yüze çıkarılarak, Cambridge'li bilim adamlarının hiçbir zaman açıkça iddia etmedikleri kadar yükseldi.) "Yaşam tarihi," diye yazdı Gould, "toplu imhaları hayatta kalan birkaç soydaki farklılaşmaların izlediği bir öyküdür, durmaksızın artan bir mükemmeliyet, kompleksl ik ve çeşitlilik masalı değil." Evrimsel başarı dedikleri şey, meğerse bir piyangoymuş.

Aradan sıyrılmayı başaranlardan biri de, *Pikaia gracilens* denilen, küçük, solucanımsı bir yaratıktı. Onu biz dahil sonraki tüm omurgalıların bilinen en eski atası kılan ilkel bir omurgası vardı. Gelgelelim, Burgess fosilleri arasında çok sayıda *Pikaia* olmadığı kesin. Kim bilir, belki de fosilleştikleri sırada nesillerinin tükenmesine ramak kalmıştı. Gould, şu meşhur sözleriyle, soyumuzu devam ettirmekteki başarımızı şanslı bir tesadüf olarak gördüğü konusunda şüpheye yer bırakmıyor: "Yaşamı bir film gibi başa sarıp Burgess Şeyli'nin ilk günlerine geri döndürür ve benzeri bir başlangıç noktasından itibaren yeniden oynatırsanız, filmin bu tekrarını insan zekâsı gibi bir şeyin süsleme şansı yok denecek kadar azalır."

Gould'un *Wonderful Life* adlı kitabı 1989'da yayımlandığında genel bir beğeniyle karşılandı ve büyük ticari başarıya ulaştı. Ama herkesçe bilinmeyen bir şey vardı: Birçok bilim adamı Gould'un kanaatlerine hiç katılmıyordu ve bu tavır yakında çok çirkin bir hal alacaktı. Kambriyen bağlamında "patlama" terimi, eski fizyolojik gerçeklerden ziyade modem galeyanlarla bağdaştırılır olacaktı.

Aslında kompleks organizmaların Kambriyen'den en az yüz milyon yıl önce de var olduğunu artık biliyoruz. Aslında bunu çok daha önceden anlamış olmalıydık. Walcott'ın Kanada'daki keşfinden yaklaşık kırk sene sonra gezegenin öteki ucundaki Avustralya'da, Reginald Sprigg adında genç birjeolog daha da eski ve bir bakıma aynı derecede dikkat çekici bir şey buldu.

1946'da, Güney Avustralya eyaletinin genç jeolog asistanlarından biri olan Sprigg, Adelaide kentinin 500 kilometre kadar kuzeyindeki ıssız ve kurak bölgede, Flinders Sıradağları'nın Ediacara Tepeleri'ndeki metruk madenlerde araştırma yapmakla görevlendirildi. Amaç, orada yeni teknolojiler kullanılarak yeniden işletilmesi kazançlı olabilecek eski

madenler bulunup bulunmadığını anlamaktı. Yani fosiller şöyle dursun, yüzey kayaçlarının bile inceleneceği yoktu. Ama bir gün öğle yemeğini yerken, Sprigg'in iri bir parça kumtaşını ters çevireceği tuttu. Kayaç yüzeyinin çamura çizilmiş yaprak izlerine benzeyen narin fosillerle kaplı olduğunu görünce, şaşkınlıktan az kalsın küçük dilini yutacaktı. Bu kayaçlar

Kambriyen patlamadan da evvel oluşmuştu. Sprigg'in bakmakta olduğu şey, gözle görülebilir yaşamın doğuşuydu.

Sprigg, *Nature* dergisine bir bildiri yolladı, ama yayınlamayı kabul etmediler. Bunun üzerine o da bildirisini Avustralya ve Yeni Zelanda Bilim Geliştimıe Derneği'nin ilk yıllık toplantısında okudu. Bu sefer de fikirleri demek başkanından destek görmedi. Başkan, Ediacara'daki izlerin canlı varlıklar tarafından bırakılmadığını, rüzgâr, yağmur ya da gelgit gibi doğal süreçlerin etkisiyle oluşmuş "rastlantısal inorganik çentikler" olduğunu söyledi. Yine de umudunu yitirmeyen Sprigg, Londra'ya gidip 1948 Uluslararası Jeoloji Kongresi'nde buluntularını sundu, ama ne kimsenin ilgisini çekebildi, ne de güvenini kazanabildi. Nihayet, daha iyi bir çıkış yolu arayarak, bildirisini *Transactions of the Royal Society of South Australia'da* yayınlattı. Sonra da devlet memurluğundan istifa edip petrol araştırmalarına el attı.

Dokuz sene sonra, 1957'de, John Mason adında bir okul çocuğu, Orta İngiltere'deki Chamwood Ormanı'nda dolaşırken bir kaya buldu. Kayanın içinde, modem denizkalemlerine benzeyen garip bir fosil vardı. Bu fosil, Sprigg'in bulmuş olduğu ve bulalı beri herkese anlatmaya çalıştığı örneklerden bazılarının tıpatıp aynısıydı. Öğrenci bulduğu kayayı Leicester Üniversitesi'ndeki bir paleontologa teslim etti. Paleontolog fosilin Prekambriyen zamana ait olduğunu hemen anladı. Genç Mason'ın gazetelerde boy boy fotoğrafları çıktı. Büyümüş de küçülmüş bir kahraman muamelesi gördü, ki bazı kitaplarda hâlâ öyle anılır. Örnek, Mason' ın onuruna *Charnia masoni* diye adlandırıldı.

Bugün Sprigg'in orijinal Ediacara örnekleri, o zamandan beri Flinders Sıradağları'nın muhtelif yerlerinde bulunan diğer bin beş yüz örnekle birlikte, Adelaide'daki büyük ve güzel Güney Avustralya Müzesi'nin üst katlarından birinde, cam bir vitrin içinde teşhir edilmektedir. Ama çok fazla

ilgi çektikleri söylenemez. İnce ince işlenmiş motifler oldukça siliktir ve eğitimsiz gözlere pek çarpıcı görünmez. Çoğu küçük ve disk şeklindedir. Bazılarının arkasında belli belirsiz şeritler vardır. Fortey onları “yumuşak vücutlu acayip şeyler” diye tarif etmişti.

Bu şeylerin ne oldukları ya da nasıl yaşadıkları hâlâ tartışma konusudur. Anlayabildiğimiz kadarıyla, sindirilecek madde alıp boşaltınaya yarayan bir ağız veya makatları ve bu maddeleri sistemleri içinde işlemelerini sağlayacak iç organları yoktu. “Canlıyken,” diyor Fortey, “bu yaratıkların çoğu kumluk tortulların yüzeyinde, yumuşak, yapısız ve cansız yassıbalıklar gibi hareketsiz durmaktan başka pek bir şey yapmıyordu herhalde.” En hareketli anlarında bile, denizanalarından daha kompleks değildiler. Ediacara yaratıklarının hepsi de diploblastikti, yani iki doku katmanından oluşuyordu. Denizanaları hariç, günümüzde bütün hayvanlar triploblastiktir.

Bazı uzmanlar onların hayvan bile olmadığını, bitkilere ya da mantarlara daha çok benzediğini düşünür. Bitkilerle hayvanlar arasındaki ayrım günümüzde bile her zaman çok net değildir. Mesela modern süngerler hayatlarını tek bir noktaya yapışık vaziyette geçirirler ve ne gözleri, ne beyinleri, ne de çarpan bir kalpleri vardır, ama onlar yine de hayvandır. “Prekambriyen dönemde bitkilerle hayvanlar arasındaki farklılıklar muhtemelen daha da belirsizdi,” diyor Fortey. “Bir canlının bitki mi hayvan mı olduğunun bir bakışta anlaşılmasını gerektiren bir kural yoktur.”

Ediacara organizmalarının, (belki bazı denizanaları hariç) bugün yeryüzünde yaşayan yaratıklardan herhangi birinin atası olup olmadığı da tartışmalı bir konudur. Muhtemelen bu hımbıl Ediacara organizmaları Kambriyen dönemin daha çevik ve daha sofistike hayvanları tarafından yendiği ya da saf dışı bırakıldığı içindir ki, birçok otorite onları bir nevi başarısız deneme ya da etkisiz bir kompleksleşme girişimi olarak görür.

“Günümüzde onlara çok benzeyen canlılar yoktur,” diye yazmıştır Fortey. “Onları sonraki mahlukların atası olarak yorumlamak zordur.”

Genel kanı, bu yaratıkların Yerküre’deki yaşamın gelişimi açısından çok büyük önem taşımadığı yolundaydı. Birçok otorite Prekambriyen-Kambriyen sınırında canlıların topluca yok olduğuna ve tüm Ediacara

yaratıklarının (belki denizanaları hariç) bir sonraki evreye geçmeyi başaramadığına inanır. Başka bir deyişle, kompleks yaşamın gerçek hikâyesi Kambriyen patlamayla başlamıştır. En azından Gould bunu böyle görüyordu.

Burgess Şeyli fosillerinin revizyonlarına gelince... İnsanlar hiç vakit kaybetmeden yorumları sorgulamaya başladılar, özellikle de Gould'un yorumlara yönelik yorumlarını. Fortey, *Life* (Yaşam) adlı kitabında şöyle yazdı: "Başından beri, Stephen Gould'un sunum tarzını çok beğenmekle birlikte açıklamalarına şüpheyle bakan bilim adamları vardı." Kullanılan en ılımlı ifade buydu.

"Stephen Gould keşke yazdığı kadar net düşünebilseydi!" diye gürledi Oxford akademisyeni Richard Dawkins, *Wonderful Life* hakkında *(Sunday* Telegraph'ta yayınlanan) bir eleştirisinin daha ilk cümlesinde. Dawkins kitabın "bir solukta okunup bitirilecek kadar sürükleyici" ve "edebi bir gövde gösterisi" olduğunu kabul ediyor, ama Gould'u "tumturaklı ve neredeyse ikiyüzlü bir üslup kullanarak" gerçekleri çarpıtmakla suçluyordu. Ona göre Gould kitabında Burgess revizyonlarının paleontoloji camiasını şaşkına çevirdiği izlenimi yaratmıştı. "Saldırmakta olduğu görüşe, yani evrimin insanoğlu gibi bir zirveye doğru durmaksızın ilerlediği fikrine 50 yıldır kimsenin inandığı yok ki zaten," diye köpürüyordu Dawkins.

Gelgelelim, genelde birçok eleştirmenin ister istemez vardığı sonuç aynen buydu. *New York Times Book Review'da* yazan bir tanesi, Gould'un kitabı sayesinde bilim adamlarının "nesillerdir hiç sorgulamadıkları birtakım peşin hükümlerden kurtulmakta olduklarını" keyifle ileri sürerek, "İnsanoğlunun düzenli bir gelişimin ürünü olduğu kadar, doğanın bir rastlantısı da olduğunu ister istemez kabulleniyorlar," demişti.

Ama Gould'a yöneltilen asıl hiddet, vardığı sonuçlardan birçoğunun yanlış ya da umursamazca abartılmış olduğu inancından kaynaklanıyordu. Dawkins, *Evolution* dergisinde yayınlanan bir yazısında Gould'un "Kambriyen dönemde evrim bugün olduğundan farklı *türde* bir süreçti," şeklindeki iddialarını hedef aldı. "Kambriyen dönem, evrimsel bir 'deney', evrimsel bir 'deneme-yanılma', evrimsel bir 'hatalı çıkış' dönemiydi. ... Bütün o müthiş 'temel vücut planlan' bu verimli dönemde ortaya çıktı. Günümüzde evrim eski vücut planlarıyla idare ediyor. Halbuki Kambriyen

dönemde yeni filumlar ve yeni sınıflar doğdu. Bugün yalnızca yeni türler doğuyor!” gibi tekrarcı önerilerine ateş püskürdü.

Dawkins, artık hiç yeni vücut planı gelişmediği fikrinin ne kadar sık ele alındığına şu sözlerle dikkat çeker: “Bahçıvanın tekinin bir meşe ağacına bakıp hayretle şöyle düşünmesi kadar garip bir şeydir bu: ‘Bu ağacın yıllardır hiç yeni büyük dal vermemiş olması tuhaf değil mi? Günümüzde yeni gelişimler sadece sürgün düzeyinde oluşuyor anlaşılan.”’

“Garip günlerdi doğrusu,” diyor Fortey şimdilerde, “hele bütün bu yaygaranın beş yüz milyon yıl önce olmuş bir olay yüzünden koptuğunu düşünürseniz... Ama herkes gerçekten de barut fıçısı gibiydi. Kitaplarımdan birinde, Kambriyen dönem hakkında kelam etmeden evvel can güvenliğim için başıma kask takmam gerektiği hissine kapıldığımı yazmıştım, ama bu latifede biraz da gerçek payı yok değildi doğrusu.”

En garip tepkiyi, *Wonderful* Life’ın kahramanlarından biri olan Simon Conway Morris verdi. Morris, *The Crucible of Creation* (Yaratılış Potası) adını taşıyan kendi kitabında, durup dururken Gould’a sataşarak paleontoloji camiasından pek çok kişinin yüreğini kaldırdı. Kitap Gould’u, Fortey’nin sözleriyle, “küçümseyerek, adeta nefret kusarak” eleştiriyordu. “Bir profesyonelin kaleminden çıkmış hiçbir kitapta böyle bir kinle karşılaşmamıştım,” diye yazdı Fortey sonradan. *“The Crucible of Creation'ın* sıradan okuru, bu tartışmanın geçmişini bilemeyeceğinden, yazarın görüşlerinin bir zamanlar Gould’unkilere (eş olmasa da) yakın olduğunu asla tahmin edemezdi.”

Fortey’ye bu konudaki düşüncelerini sorduğum zaman şöyle dedi: “Doğrusu çok garipsedim, hatta şok oldum, çünkü Gould kitabında Morris’i öve öve bitirememişti. Bundan çıkarabildiğim tek sonuç Morris’in utanmış olduğuydu. Bilirsiniz, bilim değişir ama kitaplar baki kalır. Sanırım artık hiç katılmadığı görüşlerle böylesine iflah olmaz biçimde bağdaştırılmak ağırına gitmişti. Kitapta şu ünlü ‘Hass...tir, bir filum daha mı?’ ifadesiyle ilgili bir sürü şey vardı ve herhalde bu lafıyla ünlenmeyi içine sindiremiyordu.”

Neticede, Erken Kambriyen fosilleri eleştirel bir süreçten geçirilerek yeniden değerlendirilmeye başlandı. Fortey, Gould’un kitabının diğer temel direklerinden biri olan Derek Briggs’le birlikte, çeşitli Burgess fosillerini

karşılaştırmak için kladistik sınıflandırma diye bilinen bir yöntem kullandı. Kladistik sınıflandırma, en basit ifadeyle, organizmaları ortak nitelikler esasına göre organize etmekten ibarettir. Fortey, bir kır faresiyle bir fil arasındaki karşılaştırmayı buna örnek gösterir. Filin cüssesini ve o çarpıcı hortumunu düşününce, minicik bir kır faresiyle çok az ortak yanı olabileceği kanısına varabilirsiniz. Ama her ikisini bir kertenkeleyle karşılaştırdığınızda, fille farenin aslında aynı plana uygun tasarlandığını anlarsınız. Fortey'nin söylediği şeyin özü şudur: Gould'un filler ve kır fareleri olarak gördüğü yaratıkları, Fortey ile Briggs memeliler olarak görüyordu. Onlar Burgess yaratıklarının ilk bakışta göründüğü kadar garip ve çeşitli olmadığına inanıyorlardı. "Aslında trilobitlerden daha garip değildiler," diyor Fortey şimdi. "Tek fark şuydu: Trilobitlere alışmak için bir yüzyıl kadar zamanımız olmuştu. Bilirsiniz, tanışıklık tanışıklığı doğurur."

Bu durumun özensizlikten ya da dikkatsizlikten kaynaklanmadığını belirtmeliyim. Eski hayvanların biçim ve ilişkilerini, çoğu çarpıtılmış, bölük pörçük kanıtları temel alarak yorumlamak elbette hataya gebe bir iştir. Edward O. Wilson, modern böcekler arasından bazı türler seçip Burgess-tarzı fosiller olarak sunduğunuz takdirde hepsinin aynı filumdan geldiğini kimsenin tahmin edemeyeceğine dikkat çekmiştir. Vücut planları o kadar farklıdır yani. Biri Grönland'da, öbürü Çin'de olmak üzere Erken Kambriyen döneme ait iki fosil yatağının daha keşfi ve çeşitli kaynaklardan gelen başka buluntular, yeni ve daha iyi örnekler temin ederek revizyonlara yardımcı oldu.

Neticede, Burgess fosillerinin o kadar da farklı olmadığı ortaya çıktı. *Hallucigenia'nm* kayaçtan çıkarıldıktan sonra tepetaklak birleştirildiği anlaşıldı. Cambazların kullandığı uzun tahta ayaklıkları andıran bacaklar, aslında sırt dikenleriydi. Bir ananas dilimine benzeyen acayip yaratık *Peytoia,* ayn bir hayvan değil, *Anomalocaris* denilen daha büyük bir hayvanın parçasıydı. Burgess örneklerinden birçoğu günümüzde canlı filumlarına, yani Walcott'ın onları daha en başında yerleştirdiği yere dahil edilmiştir. *Hallucigenia* ve başka bazı örneklerin, tırtıl benzeri hayvanlar içeren *Onychophora* grubuyla alakalı olduğu sanılmaktadır. Diğerleri modern halkalı solucanların öncüleri olarak yeniden sınıflandırılmıştır. Aslında, diyor Fortey, "bütünüyle yeni olan Kambriyen tasarımları oldukça

az sayıdadır. Genellikle, evvelden beri var olan tasarımların ilginç çeşitlemeleri oldukları ortaya çıkar.” Life (Yaşam) adlı kitabında yazdığı gibi: “Aralarından hiçbiri ne günümüz sülükayaklıları kadar garip, ne de kraliçe termit kadar acayipti.”

Yani Burgess Şeyli örneklerinin zannedildiği kadar olağanüstü olmadığı anlaşıldı. Fortey’nin yazdığı gibi, bu durum örneklerin “ilginçliğinden de tuhaflığından da bir şey götürmedi, yalnızca onları daha anlaşılabilir kıldı.” Acayip vücut yapıları, tıpkı punk tarzı saçlar ya da dile takılan piercing’ler gibi, bir nevi gençlik hevesinden ibaretti. Biçimleri zamanla orta yaşlılığın ağırlığına ve istikrarına kavuşacaktı.

Ama bu hayvanların nereden çıktığı, yoktan var olmuşçasına aniden nasıl peyda oluverdiği sorusu hâlâ yanıtını bulmamıştı.

Ne yazık ki, Kambriyen patlama o kadar da patlayıcı değilmiş meğer. Kambriyen hayvanların zaten evvelden beri orada oldukları, yalnızca görülemeyecek kadar küçük oldukları düşünülüyor artık. Bilim adamlarını bu sonuca götüren ipuçları, yine trilobitlerden geldi: Farklı trilobit cinslerinin yerkürenin dört bir yanında, birbirinden çok ayrı noktalarda, aşağı yukarı aynı zamanlarda esrarengizce ortaya çıkmış olması özellikle düşündürücüydü.

Bütünüyle gelişmiş olmakla birlikte son derece farklı özellikler taşıyan bir sürü yaratığın fosil kayıtlarında aniden ortaya çıkışı, görünüşte Kambriyen dönemin mucizeviliğini pekiştirir nitelikteydi, ama aslında tam tersini kanıtlıyordu. Bir trilobit gibi bütünüyle gelişmiş bir yaratığın tek başına ortaya çıkıp çoğalması elbette bir muammadır. Ama farklı olmakla birlikte besbelli akraba da olan bir sürü yaratığın Çin ve New York kadar birbirinden uzak yerlerde aynı anda fosil kayıtlarına girivermesi, onların tarihlerinin büyük bir kısmını gözden kaçırdığımızı akla getirir. Çok daha uzak bir geçmişte soyu başlatan bir atalarının olması gerektiğini gösteren hiçbir kanıt bundan daha güçlü olamaz.

Bu daha erken türleri bulamamış olmamız, bu türlerin muhafaza edilemeyecek kadar küçük olmasına bağlanıyor artık. Fortey şöyle diyor: “Kusursuzca işleyen, kompleks bir organizma olmak için ille de büyük olmak gerekmez. Günümüzde denizler arkalarında hiç fosil kaydı

bırakmayan minicik eklembacaklılarla doludur.” Ayrıca, modem denizlerde kopepodlar denilen küçük yaratıklardan trilyonlarcasının yaşadığına ve kopepodların geniş okyanus alanlarını karartacak büyüklükte sürüler halinde kümelendiklerine, kaldı ki atalarına dair tüm bilgimizin eski bir balık fosilinin vücudunda bulunan tek bir örnekle sınırlı kaldığına da dikkat çekiyor.

“Kambriyen patlama diye tabir edilen olgu, yeni vücut tiplerinin aniden ortaya çıkışından ziyade, belki yalnızca vücut boyutlarında kaydedilen bir büyümeden ibaretti,” diyor Fortey. “Bu büyüme çok hızlı oluşmuş olabilir, bu bakımdan bir patlama sayılabilir sanırım.” Şöyle ki: Memeliler nasıl yüz milyon yıl boyunca, dinozorlar yeryüzünden silinene dek doğru zamanı beklemiş ve sonra da görünüşe bakılırsa gezegenin dört bir yanında ansızın ortaya çıkıp çoğalmışsa, belki eklembacaklılar ve diğer triploblastlar da yarı-mikroskobik bir anonimliğe bürünerek dominant Ediacara organizmalarının günlerini görmesini bekledi. Fortey’nin sözleriyle: “Dinozorlar yok olduktan sonra memelilerin vücut boyutlarının çarpıcı bir hızla büyüdüğünü biliyoruz. Gerçi hız derken elbette jeolojik bağlamda bir hızı kastediyorum. Milyonlarca yıldan söz ediyoruz hâlâ.”

Bu arada, Reginald Sprigg de hak ettiği itibara geç de olsa kavuşmuş oldu. Birkaç türe olduğu gibi, ilk ana cinslerden biri olan Sprigguna’ya da onun adı verildi ve türlerin tamamı Sprigg’in araştırmış olduğu tepelerin adını alarak Ediacara faunası olarak tanındı. Gerçi o vakte gelindiğinde Sprigg’in fosil peşinde koştuğu günler çoktan mazide kalmıştı. Jeolojiyi bıraktıktan sonra başarılı bir petrol şirketi kurdu ve sonunda emekliye ayrılarak o çok sevdiği Flinders Sıradağları’ndaki malikânesine çekildi. Orada özel bir çevre koruma bölgesi yarattı. 1994’te zengin bir adam olarak öldü.

22

HER ŞEYE ELVEDA

İnsani bir perspektiften baktığımızda, ki başka türlüsünü yapmak elimizden gelmez zaten, yaşam tuhaf bir şeydir. Doğmak için sabırsızlanır, ama bir kez doğmaya görsün, ilerlemekte çok aceleci davranmaz.

Mesela likenler. Liken yeryüzündeki gözle görülebilir organizmaların en dayanıklılanndan biri sayılır, ama aynı zamanda en ihtirassızlan arasındadır. Güneşli bir kilise bahçesinde seve seve büyür, ama başka hiçbir organizmanın uyum sağlayamayacağı çevrelerde, kayadan, yağmurdan ve soğuktan başka pek bir şeyin bulunmadığı, rekabetinse yok denecek kadar az yaşandığı rüzgârlı dağ başlarında ve çorak arktik topraklarda iyice serpilir. Başkaca hemen hiçbir şeyin yetişmediği Antarktika bölgelerinde, rüzgiinn dövdüğü her kaya parçasına sadakatle yapışarak son derece geniş alanlan kaplayan 400 çeşit liken bulabilirsiniz.

Uzunca bir süre için, insanlar onların bunu nasıl başardığını anlayamadılar. Likenler belirgin bir besin kaynaklan olmaksızın ve tohum üretmeksizin çıplak kayalar üzerinde büyüdüğünden, eğitimli insanlar bile onların bitki olma sürecine girmiş taşlar olduğuna inandılar. Dr. Homschuch adında bir gözlemci bunu 1819’da sevinçle dile getirmişti: “İnorganik taşlar kendiliğinden canlı bitkilere dönüşüyor!”

Daha dikkatli tetkikler gösterdi ki, likenler sihirli olmaktan ziyade ilginçti. Onlar aslında bir mantar-alg ortaklığıdır. Mantarlar kayanın yüzeyini çözündüren asitler salgılayarak mineralleri açığa çıkarır. Algler de bu mineralleri, iki ortağı da beslemeye yetecek miktarda gıdaya dönüştürür. Bu işbölümü çok heyecan verici değildir, ama dikkate değer derecede başarılıdır. Dünyada yirmi binden fazla türde liken vardır.

Zorlu ortamlarda serpilen çoğu canlı gibi, likenler de yavaş büyür. Bir likenin gömlek düğmesi büyüklüğüne ulaşması yarım yüzyıldan fazla zaman alabilir. Dolayısıyla, yemek tabağı büyüklüğünde olanlar, diye yazar David Attenborough, “binlerce olmasa da, belki yüzlerce yıllıktır.” Bundan daha doyurucu bir varoluşu hayal etmek zor. “Onların varoluşu,” diye ekler Attenborough, “şu dokunaklı gerçeğe tanıklık eder: yaşamın, en basit düzeyde bile, anlaşılan sırf doğmuş olmak için doğduğuna.”

Yaşamın sırf olmuş olmak için olduğu düşüncesini göz ardı etmek kolaydır. Biz insanlar yaşamın mutlaka bir amacı olması gerektiğine inanmaya eğilimliyiz. Bizim planlarımız, özlemlerimiz, arzularımız vardır. Bize bahşedilen bu sarhoş edici varoluştan sonuna kadar istifade etmek isteriz. Ama bir liken için yaşam nedir? Onun var olma dürtüsü de her yönüyle bizimkisi kadar güçlüdür, hatta belki daha da güçlü. Bana ormanda

bir kaya parçası üstünde tüylü bir oluşum halinde onlarca yıl yaşamak zorunda olduğum söylenseydi, herhalde yaşamaya devam etme isteğimi kaybederdim. Likenler kaybetmez. Canlı varlıkların hemen hepsi gibi, bir an daha uzun yaşamak için her zorluğa göğüs gerer, her aşağılanmaya katlanırlar. Kısacası yaşam yalnızca var olmak ister. Ama ne ilginçtir ki, çoğu zaman var olmak için yanıp tutuşmaz.

Bu belki de biraz tuhaftır, çünkü yaşamın ihtiraslar geliştirmek için çok vakti olmuştur. 4,5 milyar yıllık Yerküre tarihinin tek bir normal dünyevi güne sığdırıldığını farz ederseniz, yaşam çok erken başlar: sabah saat 4 gibi, ilk basit, tek-hücreli organizmaların doğuşuyla birlikte. Ama sonra, takip eden on altı saat süresince hiçbir ilerleme göstermez. Akşam saat neredeyse 20:30'a, yani günün altıda beşi geride kalana dek, kıpırdak bir mikrop tabakasından başka evrene gösterebileceği hiçbir canlısı yoktur dünyanın. Derken, nihayet ilk deniz bitkileri belirir, bundan yirmi dakika sonra da ilk denizanaları ve Reginald Sprigg tarafından Avustralya'da keşfedilen esrarengiz Ediacara faunası ortaya çıkar. Saat 21: 04'te trilobitler yüzerek sahne alır ve neredeyse hemen arkasından, Burgess Şeyli'nin endamlı yaratıkları boy gösterir. 22:00'den hemen evvel, karalarda bitkiler peyda olur. Az sonra, günün sona ermesine iki saatten az kala, ilk kara yaratıkları belirir.

Havanın on dakikalığına ılık kalması sayesinde saat 22:24'e kadar bütün kömürlerimizi artıklarına borçlu olduğumuz büyük karbonifer ormanları yeryüzünü kaplar ve ilk kanatlı böcekler görülmeye başlanır. 23:00'ten hemen evvel dinozorlar sahne alıp, yaklaşık kırk beş dakikalığına saltanat sürer. Gece yarısına yirmi bir dakika kala yok olurlar ve memeliler çağı başlar. insanlar gece yarısına bir dakika on yedi saniye kala ortaya çıkarlar. Bu ölçekte, kayıtlı tarihimizin tamamı birkaç saniyeden uzun sürmeyecek, tek bir insan ömrü bir lahzayı zor dolduracaktır. Bu giderek hız kazanan gün boyunca, kıtalar pervasızca bir o yana bir bu yana kayıp çarpışır. Dağlar bir yükselip bir alçalır, okyanus tabanları bir gider bir gelir, buz katmanları bir ilerler bir çekilir. Ve bütün bunlar olup biterken, dakikada yaklaşık üç defa, gezegenin bir yerlerinde Manson'a düşen göktaşı büyüklüğünde, hatta ondan da büyük bir meteorun çarpışına alamet eden flaşlar patlayıp söner. Böyle insafsızca hırpalanan dirliksiz bir ortamda, herhangi bir şeyin canlı

kalabilmesi mucizedir. Bunu uzun süre başarabilen çok fazla canlı da yoktur zaten.

Bu 4,5 milyar yıllık tablonun son derece yeni bir parçası olduğumuzu kavramanın belki daha da etkili bir diğer yolu ise, kollarınızı iki yanınıza olabildiğince uzatıp elleriniz arasında kalan mesafenin bütün Yerküre tarihini temsil ettiğini düşünmektir. Bu ölçekte, Basin and Range (Havzalar ve Dağlar) adlı kitabın yazarı John McPhee'ye göre, bir elinizin parmak uçlarından öbür elinizin bileğine kadar olan mesafe Prekambriyen zamandır. Kompleks yaşamıntamamı tek bir elde toplanır, yani "orta kalınlıktaki bir tırnak törpüsüyle insanlık tarihinin kökünü kazımak mümkündür."

Bereket versin, o an henüz gelmedi, ama gelme olasılığı hayli yüksek. Tam da bu noktada içinizi daraltacak bir laf etmek istemem ama gerçek şu ki, dünyadaki yaşamın son derece yerinde bir diğer özelliği daha vardır: Nesli tükenir. Bu böyle gelmiş, böyle gidecektir. Türler, bir araya gelip soylarını koruma yolunda verdikleri onca mücadeleye rağmen, dikkate değer bir rutinlikle dağılıp ölürler. Ve görünüşe bakılırsa, ne kadar kompleksseler soyları o kadar çabuk tükenir. Canlılardan çoğunun aşırı hırslı olmamasının sebeplerinden biri belki de budur.

Yani yaşamın atmayı göze aldığı her cesur adım büyük hadise sayılır ve bu anlatıda da, canlıların denizlerden çıkıp bir sonraki safhaya geçmesi kadar cesur bir adım pek yoktur.

Kara, çetin bir ortamdı: Sıcak ve kuruydu, şiddetli ültraviyole ışınlarına maruzdu ve su ortamının hareketi nispeten kolaylaştıran yüzdürme yeteneğinden yoksundu. Yaratıklar karada yaşayabilmek için anatomilerini toptan değiştirmek zorundaydılar. Bir balığı iki ucundan tutarsanız ortası çöker, belkemiği bedenini taşıyamayacak kadar zayıftır çünkü. Deniz yaratıklarının su ortamı dışında canlı kalabilmeleri için, yük taşıyabilen yeni iç yapılar oluşturmaları gerekiyordu ve akşamdan sabaha olacak iş değildi bu. Hepsinden önemlisi hiç şüphesiz şuydu: Her kara yaratığı, oksijenini sudan süzmek yerine doğrudan doğruya havadan almanın bir yolunu geliştirmek zorundaydı. Bunlar kolay kolay aşılabilecek türden engeller değildi. Öte yandan, yaratıkları sudan çıkmaya teşvik eden güçlü sebepler vardı: Sualtı giderek daha tehlikeli bir yer olmaya başlamıştı.

Kıtaların yavaş yavaş birbirine kaynayarak Pangaea diye adlandırılan tek bir kara kütlesi haline gelişi, kıyıların ve dolayısıyla kıyısal habitatların[2] eskiye oranla büyük ölçüde azalmasına sebep olmuştu. Yani korkunç bir rekabet söz konusuydu. Üstüne üstlük, hem ot hem de et yiyen yeni bir yırtıcı hayvanın peyda oluşu denizlerde tedirginlik yaratıyordu. Saldırganlığı öyle kusursuz bir tasarımın ürünüydü ki, ortaya çıkışından bu yana geçen uzun çağlar boyu yok denecek kadar az değişime uğramıştır: Bu hayvan köpekbalığıydı. Suya altematifbir ortam bulmak bir daha asla bu kadar elzem olmayacaktı.

Bitkiler karalarda kolonileşme sürecine yaklaşık 450 milyon yıl önce başladı. Ölü organik maddelerin onlar adına parçalanıp yeniden kullanıma sokulması için ihtiyaç duydukları minik keneler ve diğer organizmalar da mecburen onlara eşlik etti. Daha büyük hayvanlar ortaya çıkmakta biraz gecikti, ama yaklaşık 400 milyon yıl öncesine gelindiğinde onlar da sudan çıkmayı göze almıştı. Popüler illüstrasyonlar, karada yaşayan ilk cesur yaratıkları gözümüzde ihtiraslı bir tür balık olarak, kuraklık dönemlerinde gölcükten gölcüğe atlayabilen modem bataklık balığı gibi bir şey olarak, hatta oluşumunu tamamlamış bir amfibyum[3] olarak canlandırmaya teşvik eder bizi. Oysa büyük ihtimalle, kuru karanın gözle görülebilir ilk seyyar sakinleri modem orman bitlerine daha çok benziyordu. Herhangi bir taşı ya da kütüğü kaldırdığınız zaman telaşla koşturduğunu göreceğiniz türden küçük böcekler, daha doğrusu kabuklulardı bunlar.

Havadan c ksijen alıp solumayı öğrenenler için güzel zamanlardı. Karada yaşamın ilk filizlendiği Devoniyen ve Karbonifer dönemlerinde oksijen düzeyleri yüzde 35 kadar yüksekti. (Bu oran zamanla düşerek, günümüzde yüzde 20’ye yak.aştı.) Böylece hayvanlar dikkate değer bir hızla büyüyerek, dikkate değer boyutlara ulaşma şansı buldular.

Haklı olarak merak edebilirsiniz: Bilim adamları yüzlerce milyon yıl önceki oksijen düzeylerini nereden bilirler? Bu sorunun cevabı, izotop jeokimyası diye bilinen, biraz karmaşık ama dâhiyane bir alanda yatar. Uzak mazinin Karbonifer ve Devoniyen denizleri, kendilerini minicik koruyucu kabuklara saran küçük planktonlarla doluydu. Planktonlar şimdi olduğu gibi o zaman da kabuklarını atmosferden oksijen çekerek ve oksijeni diğer elementlerle (özellikle de karbonla) birleştirip kalsiyum karbonat gibi

dayanıklı bileşimler oluşturarak yaratırlardı. Bu süreç, uzun vadeli karbon çevriminde süregelen (ve başka bir bölümde karbon çevrimiyle ilişkili olarak ele alınan) kimyasal marifetin aynısıdır. Karbon çevrimi son derece heyecan verici bir anlatıya konu olamaz, ama yaşama elverişli bir gezegenin yaratımında çok önemli rol oynayan bir süreçtir.

Bu süreçte tüm minik organizmalar eninde sonunda ölüp denizin dibini boylar ve orada yavaş yavaş sıkışıp kireçtaşına dönüşür. Planktonların beraberlerinde mezara götürdükleri minik atomik yapılar arasında, son derece kararlı iki izotop da vardır: oksijen-16 ve oksijen-18. (izotopun ne olduğunu unuttuysanız ziyanı yok, ama ben yine de hatırlatayım: izotop anormal sayıda nötronu olan bir atomdur.) Jeokimyacılar işte bu noktada devreye girerler, çünkü izotoplar, yaratıldıkları dönemde atmosferde ne kadar oksijen ya da karbondioksit bulunduğuna bağlı olarak değişen hızlarla birikir. Jeokimyacılar bu eski oranları karşılaştırmak suretiyle eski dünyanın koşullarını, mesela oksijen düzeylerini, hava ve okyanus sıcaklıklarını, buzul çağlarının uzunluk ve zamanlamasını kurnazca okuyabilirler. Bilim adamları izotop bulgularını polen düzeyleri gibi diğer fosil kalıntılarıyla birleştirerek hiçbir insan tarafından görülmemiş manzaraları en ince ayrıntılarıyla ve hatırı sayılır bir kendinden eminlikle yeniden yaratabilirler.

Karasal yaşamın erken dönemleri boyunca oksijen düzeylerinin bu kadar bereketli bir yükselme gösterebilmesinin temel sebebi, dünya coğrafyasının büyük kısmına dev ağaç-eğreltiotlarının ve geniş bataklıkların hâkim olmasıydı. Bunlar sulak tabiatları dolayısıyla karbonun normal geridönüşüm sürecini sekteye uğratıyordu. Toprağa düşen yapraklar ve diğer ölü bitkisel maddeler tamamen çürüyüp yok olacağına, zengin, ıslak tortullarda birikti. Bu tortullar da, günümüzde bile hâlâ yoğun bir ekonomik etkinliğin kaynağı olan geniş kömür yataklarına sıkışıp kaldı.

Sarhoş edici oksijen düzeylerinin organizmalarda bedensel büyümeyi teşvik ettiği çok açıktır. Yüzeyde yaşayan hayvanların şimdiye dek bulunan en eski göstergesi, 350 milyon yıl önce İskoçya'daki bir kayaç üzerine kırkayağa benzer bir hayvan tarafından bırakılmış olan izdir. Bu hayvanın uzunluğu bir metrenin üstündeydi. Çağ sona ermeden bazı kırkayaklar bunun iki katından fazla uzunluklara ulaşacaktı.

Etrafta böyle yaratıkların kol gezdiği düşünülürse, aynı dönemde böceklerin uzun dilli hayvanlara yem olmaktan kurtulmalarını sağlayabilecek bir hüner geliştirmeleri, uçmayı öğrenmeleri belki de şaşırtıcı değildir. Bazı böcekler bu yeni hareket yöntemine öyle esrarengiz bir ustalıkla alıştı ki, o zamandan bu yana tekniklerini hiç değiştirmediler. Şimdi olduğu gibi o zaman da, kızböcekleri saatte 50 kilometreyi aşan hızlarla yol alabilir, aniden durabilir, havada hareketsiz kalabilir, geri geri uçabilir, insan yapımı her hava taşıtından çok daha orantılı kalkışlar yapabilirdi. "ABD Hava Kuvvetleri," diye yazmıştır bir yorumcu, "kızböceklerinin bunu nasıl yaptığını anlamak için onları rüzgâr tünellerine salmış ve sonunda umutsuzluğa kapılıp bu sevdadan vazgeçmiştir." Havadaki oksijen zenginliği onlara da yaradı. Karbonifer ormanlarında, kızböcekleri kuzgunlar kadar büyüdü. Keza, ağaçlar ve diğer bitkiler de battal boyutlara ulaştı. Atkuyruklarının ve ağaç-eğreltiotlarının yükseklikleri 15 metreyi, kibritotlarınınki 40 metreyi buldu.

Karada yaşayan ilk omurgalıların, yani soylarından türeyeceğimiz ilk kara hayvanlarının durumu biraz gizemlidir. Bu gizem kısmen fosil kıtlığından, ama kısmen de Erik Jarvik adında nev'i şahsına münhasır bir İsveçliden kaynaklanır. Garip yorumları ve ketum tavrıyla bu sorunun çözümünde ilerleme kaydedilmesine neredeyse yarım yüzyıl boyunca köstek olan Jarvik, 1930'lar ve 1940'larda balık fosilleri aramak için Grönland'a giden İskandinavyalı bir bilginler ekibinin üyesiydi. Özellikle de, insanların ve dörtayaklılar (tetrapodlar) diye adlandırılan tüm diğer yürüyen yaratıkların atası olduğu tahmin edilen türden saçak-yüzgeçli bir balığın peşindeydiler.

Çoğu hayvan dörtayaklıdır ve tüm canlı dörtayaklılann ortak bir özelliği vardır: en fazla beşer parmaklı dört uzuv. Dinozorlar, balinalar, kuşlar, insanlar, hatta balıklar... Hepsi de dörtayaklıdır, ki bu da onların tek bir ortak atadan türemiş olduklarının açık göstergesidir. Bu ataya ilişkin ipuçlarının yaklaşık 400 milyon yıl öncesinde, Devoniyen dönemde bulunacağına inanılıyordu. Çünkü o zamandan önce karada yürüyen hiçbir varlık olmamıştı. Karada ancak o zamandan sonra birçok yaratık boy göstermişti. Şans eseri, Jarvik'in ekibi tam da böyle bir yaratık buldu: *Ichthyostega* diye adlandırılan bir metre uzunluğunda bir hayvan. Fosili analiz etme işi Jarvik'e düştü. Jarvik çalışmalarına 1948'de başladı ve

sonraki kırk sekiz sene boyunca aralıksız devam etti. Ne yazık ki, dörtayaklısını başkalarına inceletmeyi reddediyordu. Dünya paleontologlan kabataslak hazırlanmış iki eğreti raporla yetinmek zorunda kaldılar. Bu raporda Jarvik yaratığın dört uzvundan her birinde beşer parmak bulunduğuna dikkat çekerek onun atasal önemini doğruluyordu.

Jarvik 1998’de öldü. Ölümünden sonra diğer paleontologlar fosili büyük bir hevesle incelemeye koyuldular ve Jarvik’in parmaklan sayarken ciddi bir hata yaptığını fark ettiler: Aslında her uzvun sekiz parmağı vardı. Jarvik balığın yürüme ihtimalinin bulunmadığını gözlemleyememişti. Yüzgeç kendi ağırlığını bile taşıyamayacak yapıdaydı. Söylemeye ne hacet, bu hata ilk kara hayvanlarını daha iyi anlamamıza yardımcı olmadı elbette. Günümüzde erken dönemlerde yaşadığı bilinen üç tane dörtayaklı vardır ve hiçbirinin beş parmağı yoktur. Kısacası, nereden geldiğimiz hakkında pek bir fikir sahibi değiliz.

Ama öyle ya da böyle, şimdiki ayrıcalıklı statümüze ulaşmak elbette çok kolay olmadıysa da, var olmayı bir şekilde başardık. Karada yaşam başlayalı beri, canlılar kimilerince megahanedanlar diye adlandırılan dört sülaleden teşekkül etmiştir. İlk megahanedan, ilkel, hantal ama bazen oldukça iriyarı amfibyumlardan ve sürüngenlerden oluşuyordu. Bu çağın en meşhur hayvanı *Dimetrodon* ’du. *Dimetrodon* çoğu zaman dinozorlarla karıştırılan yelken-sırtlı bir yaratıktı. (Bu hataya Carl Sagan’ın *Comet* (Kuyrukluyıldız) adlı kitabında yer alan bir resim-altı yazısında dahi rastladım.) *Dimetrodon* aslında bir sinapsitti. Yani, evvel zaman içinde bir zaman, biz de öyleydik. Sinapsitler ilk sürüngen canlıların dört ana bölümünden biriydi; diğer bölümler anapsitler, öriapsitler ve diapsitlerdi. Bu isimler sahiplerinin kafataslarının yanlarında bulunan küçük deliklerin sayı ve konumuna işaret eder. Sinapsitlerin alt şakaklarında bir, diapsitlerinkinde iki delik bulunurdu; öriapsitlerinse daha yukarıda tek bir deliği vardı.

Zamanla butemel gruplardan her biri başka altbölümlere ayrıldı. Altbölümlerden kimileri ilerleme kaydederken, kimileri tökezledi. Anapsitlerden denizkaplumbağaları doğdu. Kaplumbağalar bir süre için, belki biraz da olanaksızı başararak, gezegenin en gelişmiş ve öldürücü türü olarak üstünlüğünü korudu. Sonra evrimin tokadını yiyip baskınlıktan

ziyade dayanıklılıkla yetinmek zorunda kaldılar. Sinapsitler dört kola ayrıldı, ama Permiyen dönemi sağ salim atlatmayı bu kollardan yalnızca bir tanesi başardı. Ne mutlu ki, bu kol bizim ait olduğumuz koldu ve evrimleşerek ilk memelilerin terapsitler diye bilinen bir familyası haline geldi. Bunlar da 2. Megahanedan'ı oluşturdu.

Terapsitlerin hayrına alamet olmayan bir gelişmeyle, kuzenleri olan diapsitler de üretkence evrimleşmekteydi. Üstelik, dönüşmek için bula bula dinozorları bulmuşlardı. Bu evrim zamanla terapsitlerin kaderini derinden etkileyecekti. Bu yeni ve saldırgan yaratıklarla başa baş yarışmayı beceremeyen terapsitler dünya genelinde kayıtlardan silindi. Bununla birlikte çok az sayıda terapsit, oyuklarda gizlenen, küçük, tüylü yaratıklara evrimleşti ve küçük memeliler olarak çok uzun bir müddet saklandıkları yerde bekleyip uygun anı kolladılar. En büyükleri en fazla bir ev kedisi büyüklüğündeydi ve çoğu fareden iri değildi. Sonunda kurtuluşları bu sayede olacaktı, ama 3. Megahanedan'ın ve Dinozorlar Çağı'nın aniden sona erip 4. Megahanedan'a ve bizim kendi Memeliler Çağı'mıza yer açması için yaklaşık 150 milyon yıl daha beklemeleri gerekecekti.

Bu büyük dönüşümlerden her biri, o gün bugündür yaşanan daha küçük pek çok dönüşüm gibi, paradoksal önem arz eden şu ilerleme motoruna bağımlıydı: nesil tükenişine. Dünyada tür ölümünün kelimenin tam manasıyla bir yaşam şekli oluşu enteresan bir gerçektir. Yaşam başlayalı beri kaç organizma türünün var olmuş olduğunu kimse bilemez. 30 milyar ekseriyetle telaffuz edilen bir rakamdır, ama bu sayının 4 trilyona kadar yükseltildiği de olur. Gerçek toplam ne olursa olsun, gelmiş geçmiş tüm türlerin yüzde 99,99'u artık aramızda değil. "Yuvarlak hesapla," Chicago Üniversitesi'nden David Raup'un tercih ettiği ifadeyle, "tüm türlerin nesli tükenmiştir." Kompleks organizmalar için bir türün ortalama ömrü yaklaşık dört milyon yıldan ibarettir: neredeyse şu ana kadarki yaşamışlığımız kadar.

Nesil tükenişi kurbanlar için her zaman kötü haberdir elbette, ama görünüşe bakılırsa dinamik bir gezegen için iyi haberdir. "Nesil tükenişinin alternatifi durgunluktur," diyor Amerikan Doğa Tarihi Müzesi'nden lan Tattersall, "ve durgunluk hiçbir âleme hayır getirmez." (Burada nesil tükenişinden doğal, uzun vadeli bir süreç olarak bahsetmekte olduğumuza

belki de dikkat çekmeliyim. İnsanların düşüncesizliği yüzünden oluşan nesil tükenişleri başlı başına ayn bir meseledir.)

Yerküre tarihinde, kriz dönemlerini istisnasız her zaman dramatik sıçramalar takip etmiştir. Ediacara faunasının çöküşü akabinde, Kambriyen dönem tüm yaratıcılığıyla patlak verdi. 440 milyon yıl öncesinin Ordovisyen nesil tükenişi, suda sürüklenen besin taneciklerini süzerek beslenen bir sürü hareketsiz yaratığı okyanuslardan temizledi ve böylece çevik balıkları ve dev su sürüngenlerini kayıran koşullar yarattı. Yeni yaratıklarsa, Devoniyen dönemin sonlarına doğru meydana gelen bir diğer patlama yaşamı kökünden sarstığı zaman kuru karaya kolonici yollamak için ideal konumdaydılar. Bu hal tarih boyu aralıklı olarak böyle devam etmiştir. Saydığımız olaylardan çoğu tıpkı oldukları gibi ve tıpkı oldukları zamanlarda meydana gelmiş olmasaydı, biz insanların şimdi burada olmayacağımıza kesin gözüyle bakılabilir.

Dünya dünya olalı beri beş büyük ve daha küçük birçok nesil tükenişine sahne oldu. Büyük nesil tükenişleri, sırasıyla Ordovisyen, Devoniyen, Permiyen, Trias ve Kretase dönemlerinde meydana geldi. Ordovisyen (440 milyon yıl önce) ve Devoniyen (365 milyon yıl önce) tükenişlerinin her biri, türlerin yaklaşık olarak yüzde 80 ila 85'ini yeryüzünden sildi. Trias (210 milyon yıl önce) ve Kretase (65 milyon yıl önce) tükenişlerinden her biriyse, türlerin yaklaşık olarak yüzde 70 ila 75'inin kökünü kuruttu. Ama en fecisi yaklaşık 245 milyon yıl önce meydana gelen ve uzun bir dinozorlar çağını başlatan Permiyen tükenişi oldu. Permiyen dönemde, fosil kayıtlarında yer aldığı bilinen hayvanların en az yüzde 95'i kayıplara karıştı ve bir daha geri dönmedi. Böcek türlerinin bile yaklaşık üçte biri yok oldu. Böcekler yalnızca bu dönemde topluca ortadan kalkmıştır. Topluca yok olmaya tarih boyu bir daha hiç bu kadar yaklaşmadık.

"Bu gerçekten de kitlesel bir imhaydı, daha önce Yerküre'ye hiç musallat olmamış büyüklükte bir katliamdı," diyor Richard Fortey. Permiyen olayı özellikle deniz yaratıklarını vurdu. Trilobitler hep birden kayboldu. Deniztarakları ve denizkestaneleri yok oluşun eşiğinden döndü. Diğer deniz organizmalarının hemen hepsi ölümle pençeleşti. Dünyanın, karada ve denizde, familyalarının[4] toplam yüzde 52'sini ve bütün türlerinin belki yüzde 96 kadar büyük bir kısmını kaybettiği sanılıyor. Toplam tür

sayılarının onarımı uzun zaman alacaktı: bir hesaba göre 80 milyon yıl kadar.

İki hususu aklımızdan çıkarmamamız gerekiyor. Birincisi, bunlar sadece konuya hâkim kişilerin tahminlerinden ibaret. Permiyen dönem sona erdiğinde hayatta olan hayvan türlerinin sayısı hakkındaki tahminler 45.000 kadar düşük bir sayı ile 240.000 kadar yüksek bir sayı arasında değişir. Kaç türün hayatta olduğunu bilmezseniz, yok olanların oranını inandırıcılıkla belirlemekte zorlanırsınız. Dahası, burada bireylerin değil, türlerin ölümünden bahsediyoruz. Bireyler bazında ölü sayısı çok daha yüksek olabilir: Çoğu vakada neredeyse hepsi ölmüştür. Yaşam piyangosunun bir sonraki faslını görebilecek kadar yaşamayı başaran türlerinse varoluşlarını birkaç yaralı bereli felaketzedeye borçlu olduğuna kesin gözüyle bakılabilir.

Büyük katliamlar arasında, daha küçük, daha az bilinen ve türleri kitlesel olarak aynı derecede tahrip etmemekle birlikte çoğu kere belli bazı nüfusları şiddetle vuran birçok nesil tükenişi de yaşandı: Hemfıliyen, Frasniyen, Fameniyen, Rançolabreyen ve bir düzine kadar daha. Atlar dahil otlak hayvanları, yaklaşık 5 milyon yıl önceki Hemfıliyen tükenişinde az kalsın yeryüzünden siliniyordu. Atlar tek bir türe indirgendi. Geri kalan bu tek at türü fosil kayıtlarında kendini o kadar seyrek gösterir ki, sanki bir süre için unutulmuşluğun eşiğinde sendelediğini düşündürmek ister gibidir. Bir düşünsenize, atlar olmadan, otlak hayvanları olmadan, insanlık tarihi nasıl olurdu?

Hemen her durumda, büyüklü küçüklü tüm nesil tükenişlerine yol açan sebebin ne olduğu konusunda şaşırtıcı derecede az fikir sahibiyiz. Uçuk kaçık fikirleri ayıkladıktan sonra bile, nesil tükenişlerinin sebepleri hakkındaki teorilerin sayısı nesil tükenişlerinin sayısını aşar. Tükenişlere sebep olduğu ya da katkıda bulunduğu tespit edilen en az iki düzine potansiyel suçlu vardır: küresel ısınma, küresel soğuma, değişen deniz seviyeleri, denizlerin oksijen tüketimi (anoksi diye bilinen durum), salgınlar, deniz tabanındaki çok büyük metan gazı sızıntıları, meteor ve kuyrukluyıldız çarpmaları, azgın tropik kasırgalar, korkunç volkan püskürüşleri, katastrofik güneş patlamaları.

Bu sonuncusu bilhassa merak uyandıran bir olasılıktır. Güneş patlamalarının ne kadar şiddetli olabileceğini kimse bilemez, çünkü onları

henüz sadece uzay çağının başlangıcından beri izlemekteyiz. Ama Güneş muktedir bir motordur ve fırtınaları da kudretine yaraşır muazzamlıktadır. Yerküre'den bakarak farkına bile varamayacağımız tipik bir güneş patlaması, bir milyar hidrojen bombasına eşit miktarda enerji açığa çıkarır ve uzaya 100 milyar ton kadar yüksek enerjili parçacık fırlatır. Normalde, manyetosfer ve atmosfer elbirliği edip bu ölümcül parçacıkları gerisingeriye uzaya yollar ya da zarar vermelerine meydan bırakmadan, onları kutuplara (Yerküre'nin seyrine doyum olmaz aurora'lannı ürettikleri yere) postalar. Ama olağanüstü büyük, tipik bir patlamadan sözgelimi yüz kat şiddetli bir etkinin o ince kalkanlarımızı delip geçebileceği sanılmaktadır. Işık gösterisi muhteşem olacaktır, ama parıltısına maruz kalan her şeyin çok büyük bölümünü öldüreceğine kesin gözüyle bakılabilir. Üstelik, ne tüyler ürperticidir ki, NASA Jetli İtme Laboratuvarı'ndan Bruce Tsurutani'ye göre, "tarihte hiçbir iz bırakmayacaktır."

Bütün bunların bizi getirip bıraktığı nokta, bir araştırmacının da ifade ettiği gibi, "tonla varsayım ve çok az kanıt"tır. Soğuma büyük nesil tükenişlerinin en az üçüyle alakalı görünür: Ordovisyen, Devoniyen ve Permiyen. Ama bunun ötesinde, facialardan herhangi birinin çabuk mu yavaş mı oluştuğu dahil çok az konuda fikir birliğine varılmıştır. Bilim adamları mesela omurgalıların karaya çıkmasından önce meydana gelen Geç Devoniyen tükenişinin milyonlarca yıl ya da binlerce yıl mı sürdüğü, yoksa tek bir gün içinde mi olup bittiği konusunda uzlaşamazlar.

Nesil tükenişlerine ikna edici açıklamalar getirmekte bu denli zorlanılmasının sebeplerinden biri de, yaşamı çok büyük bir ölçekte yok etmenin son derece zor oluşudur. Manson çarpışmasından anladığımız gibi, adamakıllı şiddetli bir darbe yedikten sonra bile hâlâ, herhalde biraz ağır aksak da olsa, tam bir iyileşme gösterebilirsiniz. Öyleyse neden, Yerküre binlerce çarpışmadan tümüne göğüs gerebilmişken, 65 milyon yıl önceki KT çarpışması böylesine istisnai bir yıkıma sebep oldu? Birincisi, bu çarpışmanın akıl almaz şiddette olduğuna şüphe yok. Meteor dünyaya l.00 milyon megaton kuvvetle çarptı. Böyle bir patlamayı gözünüzde canlandırmanız kolay değil, ama James Lawrence Powell'ın belirtmiş olduğu gibi, bugün yeryüzünde hayatta olan her insan için Hiroşima'ya atılan atom bombası büyüklüğünde bir bomba patlatmanız halinde bile, ortaya çıkacak etki KT çarpışmasının büyüklüğünden yaklaşık bir milyar

bomba eksik kalırdı. Ama bu bile dinozorlar dahil tüm dünya canlılarının yüzde 70'ini yok etmeye tek başına yetmeyebilirdi.

KT meteorunun aynca şöyle bir avantajı vardı (meteorun dinozorları yok ettiği dikkate alınırsa, bu avantaj ın memelilere de yaradığı söylenebilir): Yalnızca 10 metre derinliğindeki sığ bir denize, muhtemelen tam bir dik açıyla, oksijen seviyelerinin günümüze oranla yüzde 10 yüksek olduğu, dolayısıyla dünyanın daha yanıcı olduğu bir zamanda düştü. Üstüne üstlük, içine düştüğü denizin tabanı kükürt açısından zengin kayaçlardan oluşuyordu. Sonuçta, deniz tabanının Belçika büyüklüğündeki bir bölgesini sülfürik asit aerosollerine çeviren bir çarpışma meydana geldi. Sonraki aylar boyunca Yerküre, teni yakıp kavuracak keskinlikte asit yağmurlarına maruz kaldı.

O zamanlar var olan türlerin yüzde 70'ini yeryüzünden neyin sildiği sorusundan bile büyük bir soru, geri kalan yüzde 30'un hayatta kalmayı nasıl başardığıdır. Yılanlar ve timsahlar gibi sürüngenler bu badireyi hiç tökezlemeden atlatırken, dünyada var olan her bir dinozor neden bu kadar telafisizce yıkıma uğradı? Bu konuda şimdilik söyleyebileceğimiz tek şey, Kuzey Amerika'da karakurbağası, sukeleri, semender ya da diğer amfibyum türlerinden hiçbirinin neslinin tükenmemiş olduğudur. "Bu narin yaratıklar böylesine benzersiz bir faciadan neden burunları bile kanamadan kurtulmuş olsunlar?" diye soruyor Tim Flannery, Amerika'nın tarihöncesini anlattığı *Eternal Frontier* (Ebedi Hudut) adlı büyüleyici yapıtında.

Denizlerde de durum üç aşağı beş yukarı aynıydı. Tüm ammonitler yok oldu, ama benzer tarzda yaşamlar süren kuzenleri notiluslar sularda yüzmeye devam etti. Planktonlar arasından bazı türler, foraminiferlerin yüzde 92'si mesela, yeryüzünden neredeyse silinirken, benzer planlara uygun tasarlanmış, foraminiferlerle yan yana yaşayan diğer organizmalar, mesela diatomlar olayı nispeten hasarsız atlattı.

Bunlar içinden çıkılması zor tutarsızlıklardır. Richard Fortey'nin gözlemlediği gibi: "Şanslılarmış diye kestirip atmak insanın içine sinmiyor." Şayet, kuvvetle muhtemel gözüktüğü gibi, çarpışmayı izleyen aylar boyunca kara ve boğucu bir duman dünyanın üzerinden kalkmak bilmediyse, birçok böceğin nasıl olup da sağ kaldığını açıklamak zorlaşır. "Bazı böcekler, mesela kınkanatlılar," diyor Fortey, "ağaçların ya da

çevredeki başka şeylerin üzerinde yaşayabilirdi. Ama ya anlar gibi gün ışığında hareket eden ve polene ihtiyacı olanlar? Onların hayatta kalışını açıklamak o kadar kolay değil.”

Hepsi bir yana, mercanlara ne demeli? Mercanların yaşamak için alglere ihtiyacı vardır ve mercanlar da, algler de ani değişim göstermeyen düşük sıcaklıklara gereksinim duyar. Deniz sıcaklığındaki bir iki derecelik değişimlerden bile zarar görerek ölen mercanlar hakkında son birkaç senedir çok yazılıp çizilmiştir. Madem ki küçük değişimler karşısında bile bu kadar savunmasızdılar, çarpışmayı izleyen uzun kışı nasıl atlattılar?

Aynca açıklanması zor birçok bölgesel farklılık da var. Görünüşe bakılırsa güney yanküre nesil tükenişlerini kuzey yanküreye göre çok daha hafif geçirmiş. Bilhassa Yeni Zelanda, oyuklarda yaşayan yaratıkları yok denecek kadar az olduğu halde, olaydan büyük ölçüde hasarsız kurtulmuş. Bitki örtüsü bile şaşırtıcı derecede esirgenmiş, halbuki başka yerlerde büyük yangınların yol açtığı zararların boyutu tahribatın küresel olduğunu akla getiriyor. Kısacası, bilmediğimiz çok şey var.

Şansı yaver giden bazı hayvanlarsa iyice serpilip büyüdü. Biraz şaşırtıcı da olsa, denizkaplumbağalan bir kez daha bu gruba dahildi. Flannery’nin de altını çizdiği gibi, dinozor nesillerinin tükenmesinden hemen sonraki dönemi Denizkaplumbağaları Çağı diye adlandırmak hiç de yanlış olmazdı. Kuzey Amerika’da on altı tür hayatta kalmayı başardı ve kısa süre sonra üç tür daha ortaya çıktı.

Suyu mesken tutmanın işe yaradığı çok açık. KT çarpışması karaya bağımlı türlerin neredeyse yüzde 90’ını yeryüzünden sildi, ama tatlı suda yaşayanların yalnızca yüzde lO’unu yok edebildi. Su ortamının ısıya ve ateşe karşı savunma sağladığı kesin, ama herhalde çarpışmayı izleyen kıtlık döneminde daha fazla besin kaynağı da sunuyordu. Karaya bağımlı hayvanlardan hayatta kalan hepsinin, tehlike baş gösterdiği zaman daha emniyetli bir ortama, yani suya ya da yeraltına çekilme alışkanlığı vardı. Bu ortamlardan herhangi biri, dışarıdaki zararlı etkilere karşı hatırı sayılır ölçüde koruma sağlayacaktı. Kertenkeleler çürümüş leşlerde üreyen bakterilere karşı son derece dayanıklıydı, ki hâlâ öyleler. Hatta çoğu zaman onları cazip bile bulurlar. Ve uzunca bir müddet etrafta bir sürü kokmuş hayvan leşi bulunduğuna hiç şüphe yok.

Sıkça aktarılan yanlış bir görüşe göre, KT olayından yalnızca küçük hayvanlar sağ çıktı. Halbuki kurtulanlar arasında timsahlar da vardı. Üstelik onlar iri olmakla kalmıyorlardı, bugün olduklarından üç kat iriydiler. Ama genelde, kurtulanlardan çoğunun küçük, göze çarpmayan, sinsi yaratıklar olduğu doğrudur. Zaten o kapkaranlık ve düşman dünyada, ufak tefek, sıcakkanlı, gececi, beslenme konusunda esnek ve yaradılış itibariyle ürkek olmak için en ideal zamandı. Nitekim memeli atalarımızın ayırt edici özellikleridir bunlar. Evrimimizin daha ileri bir safhasında olsaydık, büyük bir olasılıkla yeryüzünden silinirdik. Ama yok olup gitmek yerine, memeliler kendilerini öyle bir dünyada buldu ki, o dünyaya her canlı kadar onlar da uygundu.

Bununla birlikte, memelilerin her boşluğu doldurmak istercesine sürüler halinde yayıldığı da söylenemez. “Evrimin boşluklara tahammülü olmayabilir,” diye yazmıştı paleobiyolog Steven M. Stanley, “ama boşlukları doldurmak genellikle uzun zaman alır.” Belki on milyon yıl kadar uzun bir süre için, memeliler ihtiyaten küçük kaldılar. Tersiyer dönem başlarında, vaşak büyüklüğündeyseniz kral olabilirsiniz demekti.

Ama işler yolunda gitmeye başlar başlamaz, memeliler olağanüstü büyüdüler. Bu büyüme bazen neredeyse gülünç boyutlara varıyordu. Bir süre için etrafta gergedan büyüklüğünde hintdomuzları, iki katlı evler büyüklüğünde gergedanlar dolaştı. Memeliler yırtıcı hayvanlar zincirinde buldukları her boşluğu doldurmak için (genellikle yerden bitercesine) peyda oldular. Rakun familyasının ilk üyeleri Güney Amerika’ya göç etti, orada bir boşluk keşfedip evrimleşerek ayı büyüklüğünde ve vahşiliğinde yaratıklara dönüştü. Kuşlar da oransızca serpilip büyüdü. Milyonlarca yıl boyunca, *Titanis* denilen, uçamayan, etobur, dev bir kuş Kuzey Amerika’nın belki de en yırtıcı yaratığı oldu. Tüm zamanların en korkunç kuşu hiç şüphesiz oydu. Boyu 3 metre, ağırlığı 350 kilogramdan fazlaydı ve sinirine dokunan hemen her şeyin kafasını koparabilecek öldürücülükte bir gagası vardı. Familyası elli milyon yıl boyunca neslini devam ettirerek dünyaya dehşet saldı. Gelgelelim, 1963’te Florida’da bir iskelet bulunana dek onun varlığından bile habersizdik.

Bu da bizi nesil tükenişleri konusundaki belirsizliğin bir diğer sebebine getiriyor: fosil kayıtlarının azlığına. Herhangi bir iskeletin fosilleşme

ihtimalinin ne kadar düşük olduğuna daha önce değinmiştik, ama kayıtların durumu düşünebileceğinizden daha kötüdür. Mesela dinozorlar. Müzeler dünyanın her yerinde bol bol dinozor fosili bulunduğu izlenimi uyandırır. Oysa müzelerde sergilenenlerin çok büyük bir çoğunluğu yapaydır. Londra'daki Doğa Tarihi Müzesi 'nin giriş salonuna yüksekten bakan ve müze ziyaretçilerini nesillerdir kendine hayran bırakıp bilgilendirmiş olan dev *Diplodocus* alçıdan yapılmıştır: 1903'te Pittsburgh'da inşa edilip, Andrew Carnegie tarafından müzeye hediye edilmiştir. New York'taki Amerikan Doğa Tarihi Müzesi'nin giriş salonuna ise daha da muhteşem bir tablo hâkimdir: yavrusunu sivri dişli, sivri tırnaklı bir *Allosaurus'un* saldırısından koruyan büyük bir *Barosaurus* iskeleti. *Barosaurus'un* boyu yüksek tavana doğru belki 9 metre yükselmektedir. Harikulade etkileyici bir sergidir bu, ama aynı zamanda bütünüyle sahtedir. Sergideki birkaç yüz kemikten her biri makettir. Dünyanın hangi büyük doğa tarihi müzesine giderseniz gidin: Paris, Viyana, Frankfurt, Buenos Aires ya da Mexico City... Hemen hepsinde sizi eski kemikler değil, antika modeller karşılayacaktır.

Gerçek şu ki, dinozorlar hakkında pek bir şey bilmiyoruz aslında. Koskoca Dinozorlar Çağı için, (neredeyse yansı tek bir örneğe dayandırılan) l .OOO'den az sayıda tür tanımlanmıştır ve bu sayı günümüzde yaşamakta olan memeli türlerinin dörtte biri kadardır. Unutmayın, dinozorların Yerküre üzerindeki saltanat süresi memelilerinkinin aşağı yukarı üç misli olmuştur. O halde ya dinozorlar tür üretiminde fena halde başarısızdı, ya da bizim bildiklerimiz devede kulak kalıyor.

Dinozorlar Çağı'nın milyonlarca yıllık kısmına ait tek bir fosil bile bulunmuş değildir henüz. Dinozorlara ve nesillerinin tükenişlerine olan ezeli merakımız sayesinde tarihöncesinin en çok incelenen dönemi haline gelen Geç Kretase döneminde yaşamış olan tüm türlerin yaklaşık dörtte üçü henüz keşfedilmemiş olabilir. Belki de dünyada *Diplodocus'tan* daha cüsseli ya da *Tyrannosaurus'tan* daha korkunç binlerce hayvan yaşamıştı ve belki de biz bunu asla bilemeyeceğiz. Son zamanlara kadar, bu dönemin dinozorları hakkında bilinen her şey, yalnızca on altı türü temsil eden üç yüz kadar örneğe dayanıyordu. Fosil kayıtlarının yetersizliği, KT

çarpışması meydana geldiğinde dinozorların zaten tükenmeye yüz tutmuş olduğu yolundaki yaygın inanışa yol açtı.

1980'lerin sonlarında, Milwaukee Halk Müzesi'nden Peter Sheehan bir deney yapmaya karar verdi. 200 gönüllü kullanarak, Montana'daki meşhur Hell Creek

Oluşuğu'nun iyi tanımlanmış, ama aynı zamanda iyi de seçilmiş bir bölgesinde titiz bir sayım gerçekleştirdi. Bölgeyi didik didik eden gönüllüler, son dişe, son omura ve son kemik parçasına kadar her şeyi, daha önceki kazıcıların gözlerinden kaçmış olan her şeyi topladılar. Bu çalışma üç yıl sürdü. işlerini bitirdiklerinde, Geç Kretase döneminden kalma dinozor fosillerinin tüm dünyadaki toplam sayısını üçe katladıklarını, hatta daha da yükselttiklerini anladılar. Araştırma, dinozorların tam da KT çarpışmasının meydana geldiği zamana kadar sayıca kabarık kaldığını ortaya koydu. "Kretase döneminin son üç milyon yılı sırasında dinozorların yavaş yavaş ölmekte olduğuna inanmak için hiçbir sebep yok," diye açıkladı Sheehan.

Yaşamın dominant türü olarak varoluşumuzun kaçınılmazlığı fikrine o kadar alışmışız ki, burada bulunuşumuzun sadece tam zamanında uzaydan gelip Yerküre'ye çarpan cisimlerin ve rasgele oluşan diğer tesadüflerin eseri olduğunu kavramamız zor. Tüm diğer canlı varlıklarla ortak olan tek yanımız, yaklaşık 4 milyar yıl boyunca atalarımızın kapanmakta olan bir dizi kapıdan geçmeyi her gerektiğinde kıl payı başarmış olmasıdır. Stephen Jay Gould bunu şu meşhur sözlerle en özlü biçimde ifade etmişti: "insanların bugün burada olmalarının tek sebebi, soy çizgimizin hiç kırılmamış olmasıdır: bizi tarihten silmiş olabilecek milyarlarca noktadan birinde bile kırılmamış olması."

Bu bölüme başlarken üç noktaya parmak basmıştık: Yaşam var olmak ister; yaşam her zaman var olmak için yanıp tutuşmaz; yaşamın nesli bazen tükenir. Bunlara bir dördüncüsünü daha ekleyebiliriz: Ve çoğu kez, ileride göreceğimiz gibi, tek kelimeyle acayip biçimlerde devam eder.

1

şeyi: kil ya da milden oluşmuş katmanlı tortul kayaçlar grubunun ortak adı. (ç.n.)

2

habitat: bir canlı türünü barındıran kendine özgü yaşam ortamı. (ç.n.)

3

amfibyumlar: evrimin balıklarla sürüngenler arasındaki basamağı olan canlılar, su ortamından karaya geçen ilk omurgalılar, ikiyaşayışlılar. (ç.n.)

4

Familya, büyük yaşam ölçeğinde cinsin üstünde, takımın altında yer alan düzeydir (bundan sonraki bölümün konusu).

23

VAR OLMANIN ZENGİNLİĞİ

Londra'daki Doğa Tarihi Müzesi'nin ötesinde berisinde, loş koridor duvarları boyunca uzanan girintilere ya da topraktan çıkarılmış örneklerin, devekuşu yumurtalarının ve diğer asırlık nesnelerin sergilendiği vitrinler arasına yerleştirilmiş kapılar vardır. En azından ziyaretçilerin ilgisini çekecek hiçbir özelliklerinin bulunmaması bakımından gizli kapılardır bunlar. Bazen âlimliğe işaret eden tedirgin bakışlara ve ilginç, isyankâr saçlara sahip birinin böyle bir kapıdan dışarı çıktığını ve muhtemelen az ilerideki bir diğer kapıdan içeri girip kaybolmak üzere koridorda telaşlı adımlarla ilerlediğini görebilirsiniz, ama buna oldukça az rastlanır. Çoğu zaman kapılar kapalı durur ve halk tarafından gezilip beğenilen müze kadar geniş ve birçok açıdan çok daha şahane bir diğer müzeyi, paralel bir Doğa Tarihi Müzesi'ni gözlerden sakladıklarını hiç belli etmezler.

Doğa Tarihi Müzesi her canlı âleminden ve gezegenin her köşesinden gelen yetmiş milyon civarında obje barındırır. Her sene koleksiyona yaklaşık yüz bin parça daha eklenir, ama buranın ne muhteşem bir hazine deposu olduğunu aslında ancak perde arkalarında hissedilebilirsiniz. Vitrinlerde, dolaplarda ve tıka basa doldurulmuş raflarla çevrili uzun odalarda, şişeler içine turşusu kurulmuş on binlerce hayvan, kare şeklinde kartlara raptedilmiş milyonlarca böcek, parlak yumuşakçalarla, dinozor kemikleriyle, ilk insanlara ait kafataslarıyla dolu çekmeceler, özenle kurutulmuş bitkilerle dolu sayısız dosya saklanır. Bu biraz da Darwin'in beyni içinde dolaşmaya benzer. ispirto odası bile tek başına, sanayi ispirtosu içinde muhafaza edilen hayvanlarla dolu kavanozların sıralandığı 24 kilometre uzunluğunda raflar barındırır.

Joseph Banks tarafından Avustralya'da, Alexander von Humboldt tarafından Amazonya'da, Darwin tarafından *Beagle* gezisinde toplanmış örnekler ve çok ender rastlanan ya da tarihi önem taşıyan ya da her iki özelliği birden üstünde toplayan başka pek çok parça, bu arka bölmelerde gizlidir. Birçok insanın o objeleri ele geçirmek için yapmayacağı şey yoktur. Hatta birkaçı yapmıştır da... 1954'te, Richard Meinertzhagen adında tutkulu bir koleksiyoncunun güzide ornitoloji (kuşbilim) koleksiyonu

müzeye miras kaldı. Birçok bilimsel yapıt üretmiş olan Meinertzhagen, *Birds of Arabia* (Arabistan'ın Kuşları) adlı kitabın da yazarıydı. Yıllardır müzenin sadık ziyaretçisi olmuştu. Hemen her gün müzeye gelir, yazacağı kitap ve monografiler için notlar alırdı. Koleksiyon sandıklan müzeye vardığında, küratörler nasıl bir mirasa konduklarını anlamak için kutulan heyecanla açtılar ve çok sayıda örneğin müzenin kendi etiketlerini taşıdığını görünce şaşkınlıktan küçük dillerini yuttular. Görünüşe bakılırsa Bay Meinertzhagen müzenin koleksiyonlarını yıllardır tırtıklamaktaydı. Sıcak havalarda bile uzun bir pardösüyle dolaşma alışkanlığı da böylece açıklanmış oluyordu.

Birkaç sene sonra yumuşakçalar departmanında, müzenin tatlı, ihtiyar bir müdavimi (söylenenlere bakılırsa "oldukça mümtaz bir beyefendi") yürütecinin bacak boruları içine değerli deniz kabukları sokuşturururken yakalandı.

Müzenin perde arkasındaki ayartıcı dünyasını bana gezdirirken, "Hiç sanmam ki, bir yerlerde birinin ağzını sulandırmayacak bir şey bulunsun burada," dedi Richard Fortey, düşünceli bir edayla. Büyük büyük masaların başına geçmiş dikkatli araştırmacıların eklembacaklılarla, palmiye yapraklarıyla, sararmış kemik dolu kutularla bir şeyler yaptıkları karmakarışık departmanları dolaştık. Her yere acelesiz bir titizlik hâkimdi. insanlar sanki asla bitirilemeyecek olan ve aceleye getirilmemesi gereken olağanüstü önemli bir işle uğraşır gibiydiler. Hint Okyanusu'nda gerçekleştirilen John Murray Seferi hakkındaki raporun, müze tarafından 1967'de, yani seferin sonuçlanmasından kırk dört sene sonra tebliğ edildiğini okumuştum bir yerlerde. Burası her şeyin kendi hızıyla ilerlediği bir dünyaydı, Fortey'yle benim yaşlı başlı, oturaklı bir adamla paylaştığımız daracık asansör dahil. Asansör neredeyse tortulların birikim hızıyla tıngır mıngır yukarı çıkarken Fortey yaşlı adamla teklifsizce, tatlı tatlı gevezelik etti.

Adam yanımızdan ayrıldığında Fortey bana şöyle dedi: "Adı Norman, dünya tatlısı bir adamdır. Kırk iki yılını tek bir bitki türünü incelemeye adadı: sarı kantaronu. 1989'da emekli oldu, ama yine de her hafta gelir."

"Tek bir bitki türüyle kırk iki sene nasıl uğraşılır?" diye sordum.

“Hayret bir şey, değil mi?” diye hak verdi Fortey. Biraz düşündü. “Çok titiz çalışıyor anlaşılan.” Asansör kapısı açılınca tuğla duvarla kapatılmış bir boşlukla karşılaştık. “Bu çok garip,” dedi Fortey. “Burada eskiden Botanik Bölümü vardı.” Başka bir katın düğmesine bastı ve arka merdivenlerden dolanarak, bir zamanların canlı objelerinin araştırmacılar tarafından sevgiyle incelendikleri başka departmanların içinden hırsız gibi geçip Botanik Bölümü’nün yolunu nihayet bulduk. işte böylece Len Ellis’le ve Bryophyta’ların (bizim tabirimizle, karayosunlarının) sessiz dünyasıyla tanıştırılmış oldum.

“Yosunken ağaç kabuğunda, kutupyıldızı oldu karanlık basınca.” Ralph Waldo Emerson, karayosunlarının ağaçlarda kuzey tarafını tercih ettiğine bu şairane sözlerle dikkat çekerken aslında likenleri kastediyordu, çünkü on dokuzuncu yüzyılda kimse karayosunlarını likenlerden ayırt edemezdi. Hakiki karayosunları, büyüyecekleri yer konusunda çok seçici davranmazlar, dolayısıyla doğal bir pusula vazifesi göremezler. Hatta karayosunlarının aslında hiçbir işe yaramadığı söylenebilir. Henry S. Conard, 1956’da yayınlanan ve konuyu halka sevdirme gayretiyle yazılmış neredeyse tek kitap olarak birçok kütüphane rafından hâlâ inmeyen *How to Know the Mosses and Liverworts* (Karayosunlarını ve Ciğeryosunlarını Tanımanın Yolları) adlı eserinde, belki biraz üzülerek de olsa şöyle yazmıştı: “Büyük bitki grupları arasında, ticari ya da ekonomik alanlarda karayosunları kadar az kullanım bulan başka bir grup belki de yoktur.”

Bununla birlikte karayosunları son derece üretkendir. Likenleri ortadan kaldırsanız dahi, Bryophyta âlemi çok faaldir. Yedi yüz küsur karayosunu cinsi, on bini aşkın tür içerir. A. J. E. Smith’in tombul ve haşmetli kitabı *Moss Flora of Britain and Ireland* (Britanya ve İrlanda’nın Karayosunu Florası) yedi yüz sayfa kalınlığındadır, ki Britanya ve irlanda hiç de aşırı yosunlu yerler sayılmaz. “Çeşitlilik arıyorsanız tropik kuşağa gitmelisiniz,” dedi Len Ellis bana. Sessiz, zayıfbir adamdı. Yirmi yedi yıldır Doğa Tarihi Müzesi’ndeydi ve 1990’dan beri departmanın küratörü olarak görev yapıyordu. “Malezya’daki yağmur ormanları gibi bir yere giderseniz fazla zorlanmadan yeni yeni çeşitler bulabilirsiniz. Bunu çok uzun olmayan bir süre önce kendim de denedim. Başımı eğip yere baktığımda orada daha önce hiç kayda geçirilmemiş bir karayosunu vardı.”

“O halde keşfedilmeyi bekleyen daha kaç tür olduğunu bilmiyoruz.” “Bilmiyoruz tabii. En ufak bir fikrimiz dahi yok.”

Dünyada böylesine kaçınılmazca hafife alınan bir şeyi incelemeye hayatını adamaya hazır çok insan olduğuna ihtimal vermeyebilirsiniz. Gelin görün ki, karayosunu meraklılarının sayısı yüzleri bulur ve onlar bu konuyu çok ciddiye alırlar. “Ah, evet,” dedi Ellis bana, “toplantılar bazen hararetli tartışmalara sahne olabiliyor.” Ondan bir uzlaşmazlık örneği vermesini istedim.

“Mesela bir tanesi bize bir yurttaşımız tarafından dayatılmıştı,” dedi, hafifçe gülümseyerek. Sonra da karayosunu illüstrasyonlarıyla dolu kocaman bir kaynak kitabın kapağını açtı. Bu alanda eğitim almamış biri, kitaptaki karayosunlarının en belirgin özelliğinin esrarengiz benzerlikleri olduğunu düşünürdü. “Şu,” dedi, parmağıyla bir tanesini işaret ederek, “eskiden tek bir cinsti: *Drepanocladus.* Yeni düzenlemeden sonra üç oldu: *Drepanocladus, Warnstorfıa* ve *Hamatacoulis.”* “Ve bu da sizi birbirinize düşürdü, öyle mi?” diye sordum, belki biraz da umutla.

“Eh, mantıksız değildi. Hatta son derece mantıklıydı. Ama bir sürü koleksiyonun yeni baştan düzenlenmesini gerektiriyordu. Bu yüzden bütün kitaplar bir süre için güncelliklerini yitirecekti. Dolayısıyla bazı, nasıl desem, çatlak sesler yükseldi.”

Karayosunlarının gizemleri de olduğunu söyledi bana. Meşhur (meşhur ama yosun meraklılarına göre meşhur tabii) bir vaka, *Hyophila stanfordensis* diye adlandırılan utangaç bir karayosunuyla ilgiliydi. Bu yosun California’daki Stanford Üniversitesi’nin kampusunda keşfedilmiş ve daha sonra Ingiltere’nin güneybatı ucundaki Cornwall’da, bir yol kenarında bulunmuştu. Ama bu iki nokta arasında bir yerde ona hiç rastlanmamıştı. Birbirinden bu kadar uzak iki yerde nasıl olup da var olabildiğini çöz çözebilirsen artık. “Ona da *Hennediella stanfordensis* deniyor şimdi,” dedi Ellis. “Al sana bir düzeltme daha.”

Düşünceli düşünceli başımızı salladık.

Yeni bir karayosunu bulunduğu zaman, daha önce kayda geçirilmediğine emin olunması için tüm diğer karayosunlarıyla karşılaştırılması şart. Sonra resmi bir tanımının yazılması,

illüstrasyonlarının hazırlanması ve sonucun saygın bir dergide yayınlanması gerekiyor. Bütün bu sürecin altı aydan az vakit aldığına nadiren rastlanıyor. Yirminci yüzyıl, karayosunu taksonomisi açısından çok verimli bir çağ olmadı. Yüzyıl boyunca sürdürülen çalışmalardan çoğu on dokuzuncu yüzyıldan kalma karışıklık ve tekrarları gidermeyi amaçlıyordu.

On dokuzuncu yüzyıl, karayosunu toplayıcılığının altın çağıydı. (Hatırlarsanız Charles Lyell'ın babası da müthiş bir karayosunu meraklısıydı.) Ingiliz George Hunt, "av" manasına gelen soyadının hakkını verircesine, Ingiliz yosunlarını öyle büyük bir azimle avladı ki, birkaç türün neslinin tükenmesine muhtemelen katkıda bulunmuştur. Bununla birlikte, Len Ellis'in koleksiyonu dünyanın en kapsamlı koleksiyonlarından biri olmasını Hunt'ınkine benzer girişimlere borçludur. Koleksiyondaki 780.000 örneğin hepsi de ikiye katlı kalın kâğıt tabakaları arasına preslenmiştir. Bazıları çok eskidir ve zarif Viktoryan tarzı el yazılarıyla kaplıdır. Kim bilir, belki de aralarından bazılarına, Viktorya döneminin büyük botanik bilgini Robert Brown'ın elleri değmiştir. Robert Brown, Brown hareketini ve hücrelerin çekirdeğini açıklayan, müzenin botanik departmanını kuran ve 1858'deki ölümüne dek otuz bir yıl yöneten kişidir.

Bütün örneklerin içinde saklandığı eski maun dolaplar öyle göz alıcıydı ki, bu konuda yorum yapmadan edemedim.

"Ha onlar mı? Sir Joseph Banks'in dolapları. Soho Meydanı'ndaki evinden," dedi Ellis, kayıtsızca, sanki Ikea'dan geçenlerde satın alınmış bir mobilyayı tanıtır gibi. *"Endeavour* gezisi sırasında topladığı örnekleri koymak için yaptırmış onları." Uzun zamandır ilk kez görürcesine, düşünceli düşünceli baktı dolaplara.

"Ama nasıl oldu da buraya, *bizim* elimize düştüler bilmiyorum doğrusu."

Hayret verici bir açıklamaydı bu. Joseph Banks İngiltere'nin en büyük botanik bilgini, *Endeavour* gezisiyse tarihin en büyük botanik seferiydi. Kaptan Cook, Venüs'ün 1769'daki geçişini bu gezi sırasında haritalayıp Avustralya'ya İngiliz tahtı adına sahip çıkmış ve daha birçok başarıya bu gezide imza atmıştı. Banks, bir doğabilimci, bir sekreter, üç ressam ve dört hizmetçiden oluşan dokuz kişilik ekibiyle birlikte üç yıllık bir dünya

seyahatine çıkabilmek için 10.000 £, yani bugünün parasıyla yaklaşık 1 milyon $ harcamıştı. Toksözlü Kaptan Cook böylesine rahatına düşkün ve nazlı insanlarla geçinebilmiş midir Tanrı bilir, ama anlaşılan Banks'e yeterince kanı kaynamıştı ve botanik alanındaki yeteneklerine hayran kalmamak elinden gelmiyordu. Gelecek kuşaklar da Banks'e hayran olmaktan kendilerini alamayacaklardı.

Daha büyük zaferlere imza atan bir botanikçi ekibine bu geziden ne önce, ne de sonra rastlanmıştır. Bu durum kısmen, gezinin Tierra del Fuego, Tahiti, Yeni Zelanda, Avustralya ve Yeni Gine gibi, yeni ya da az bilinen yerleri kapsamasına bağlanabilir, ama en önemli sebep, Banks'in son derece zeki ve yaratıcı bir koleksiyoncu olmasıydı. Bir karantina yüzünden Rio de Janeiro'da karaya çıkamadıkları zaman bile, gemideki hayvanlar için gönderilen bir balya samanı dikkatle ayıklayarak yeni keşifler yaptı. Anlaşılan hiçbir şey gözünden kaçmıyordu. Toplam otuz bin örnekle geri döndü. Bunlar arasında daha önce hiç görülmemiş türden bin dört yüz bitki vardı: bilinen bitki sayısını yüzde 25 oranında artırmaya yetecek kadar.

Ama Banks'in muhteşem hazinesi, açgözlülüğün manasız boyutlara vardığı bir çağda vurulan toplam vurgunun küçük bir parçasıydı sadece. Bitki toplayıcılığı on sekizinci yüzyılda bir nevi uluslararası çılgınlık halini almıştı. Yeni türler bulabilenleri hem şöhret hem de zenginlik bekliyordu. Hal böyle olunca, botanikçiler ve maceraperestler dünyanın yeni bitkilere olan açlığını doyurmak için en inanılmaz yollara başvurdular. Thomas Nuttall, yani morsalkıma Caspar Wistar'ın adını veren adam, Amerika'ya geldiğinde eğitimsiz bir matbaacıydı. Sonradan bitkilere merak sarıp, ülkenin bir ucundan öteki ucuna yarı yolu yürüyerek gidip geldi ve daha önce hiç görülmemiş yüzlerce bitki topladı. Fraser köknarına adını veren John Fraser, yıllarca yabani topraklarda Büyük Y ekaterina adına bitki topladıktan sonra bir de baktı ki Rusya'nın başına yeni bir çar geçmiş, kendisinin deli olduğunu düşünüyor ve parasını ödemeyi reddediyor. Fraser her şeyi Chelsea'ye götürdü, orada bir fidanlık açtı ve kapısında sevinçle kuyruğa giren seçkin İngilizlere ormangülleri, açelyalar, manolyalar, frenkasmaları, yıldız-çiçekleri ve kolonilere özgü başka egzotik bitkiler satarak kendine dört başı mamur bir hayat kurdu.

Doğru buluşları yapanlar, servet kazanabiliyordu. Amatör botanikçi John Lyon iki senesini zor ve tehlikeli koşullar altında örnek toplayarak geçirdi, ama çabalan karşılığında bugünün parasıyla yaklaşık 200.000 $ net kâr elde etti. Öte yandan çoğu kişi bu işi botaniğe olan sevgisinden dolayı yapıyordu. Nuttall bulduklarının çoğunu Liverpool Botanik Bahçeleri'ne bağışladı. Sonunda Harvard Botanik Bahçesi'nin direktörlüğüne getirildi ve *Genera of North American Plants* (Kuzey Amerika'daki Bitki Cinsleri) adını taşıyan ansiklopedik eseri yazdı. (Hatta yazmakla kalmayıp dizgisini de yaptı.)

Üstelik bunlar sadece bitkilerdi. Bir de yenidünyalardaki sayısız fauna vardı: kangurular, kiviler, rakunlar, vaşaklar, sivrisinekler, akıl almaz gariplikte türlü türlü yaratık. Yeryüzünde yaşamın hacmi sınırsızdı sanki, tıpkı Jonathan Swift'in şu ünlü dizelerde dile getirdiği gibi:

Botanikçiler gözlemler: işte bir pire

Daha küçük pireler var üstünde;

Üstlerinde daha da küçük pireler;

Sonsuza dek bu böyle sürer gider.

Tüm bu yeni bilgilerin dosyalanması, düzene sokulması ve mevcut bilgilerle karşılaştırılması gerekiyordu. Dünya elverişli bir sınıflandırma sistemine muhtaçtı. Neyse ki İsveç'te bu ihtiyacı karşılamaya hazır bir adam vardı.

Adı Carl Linne idi. (Sonradan, kulağa daha aristokratça gelsin diye adını resmen *von* Linne olarak değiştirdi.) Ama bugün onu Latinceleştirilmiş adıyla, Carolus Linnaeus olarak hatırlıyoruz. 1707'de İsveç'in güneyindeki Râshult kasabasında, yoksul ama hırslı bir Lutherci papazın oğlu olarak dünyaya geldi. Öyle tembel bir öğrenciydi ki, sonunda sabrı taşan babası onu bir kunduracının yanına çırak verdi. (Ya da bazı kaynaklara göre, az kalsın verecekti.) Hayatını kunduralara pençe vurarak geçirebileceğini anlayınca paçaları tutuşan genç Linne, babasından bir şans daha istedi, ricası kabul edildi ve o günden sonra hep parlak bir öğrenci oldu. Asıl tutkusu doğa olduğu halde, İsveç ve Hollanda'da tıp okudu. 1730'ların başlarında, hâlâ yirmili yaşlarındayken, kendi icat ettiği bir

sistem kullanarak dünyanın bitki ve hayvan türlerini kapsayan kataloglar üretmeye başladı ve zamanla şanı aldı yürüdü.

Kendi üstünlüğüyle ondan daha barışık bir adam zor bulunur. Boş vakitlerini çoğunlukla kendi kendine methiyeler yazarak geçirir, bu yazılarda “dünyaya şimdiye dek kendisinden daha büyük bir botanikçi ya da zoologun gelmediğini” ve sınıflandırma sisteminin “bilim âleminin en büyük başarısı” olduğunu açıklardı. Öyle alçakgönüllüydü ki, mezar taşına şöyle yazılmasını önermişti:

Princeps Botanicorum, yani “Botanikçilerin Prensi.” Kendi hakkındaki cömert değerlendirmelerini sorgulamak hiç akıllıca olmazdı. Sorgulamaya kalkanlar, adlarının zararlı otlara verildiğini görme tehlikesiyle karşı karşıyaydı.

Linnaeus’un çarpıcı bir diğer özelliği de, sekse olan yoğun, hatta bazen haddini aşan takıntısıydı. Belli bazı çiftkabuklularla dişi tenasül uzuvları arasındaki benzerlik onu bilhassa büyülerdi. Bir midye türünün kısımlarına *vulva, labia* (dudaklar), *pubes* (kasıklar), *anüs* ve *himen* (kızlık zarı) gibi adlar vermişti. Bitkileri üreme organlarının doğasına göre sınıflandırır ve onlara inanılmaz derecede insanımsı bir cilve bağışlardı. Çiçekler ve davranışları hakkındaki tasvirleri “rasgele cinsel ilişki”ye, “kısır metreslere” ve “gerdek yatağına” atıflarla doludur. Sık sık alıntılanan bir pasajında yazdığı gibi, bahar gelince...:

Bitkiler bile sevdalanır. Erkekler ve dişiler ... düğün dernek evlenirler ... dişi mi erkek mi olduklarını tenasül uzuvlarıyla belli ederler. Çiçeklerin yaprakları zifaf yatağı yerine geçer. Yaradan muhteşem bir yatak döşer oraya. Gelinle damat izdivaçlarını çok daha görkemli bir merasimle kutlayabilsinler diye, onu asil mi asil yatak perdeleriyle süsler, tatlı mı tatlı kokulara bular. Yatak böylece hazır edilince, sıra gelir damadın sevgili gelinini kucaklayıp kendini ona teslim etmesine.

Bir bitki cinsine *Clitoria* adını verdi. Doğal olarak, kendisini yadırgayan çok insan vardı. Ama sınıflandırma sistemi karşı konulmaz güzellikteydi. Linnaeus’tan önce bitkilere uzun, betimleyici adlar verilirdi. Bildiğimiz fındık domatesinin adı *Physalis amno ramosissime ramis angulosis glabris foliis dentoserratis* idi. Linnaeus tarafından budanıp *Physalis angulata*

haline getirildi ve hâlâ da bu adla anılır. Adlandırma tutarsızlıkları da bitkiler âlemindeki keşmekeşte eşit derecede pay sahibiydi. Bir botanikçi, *Rosa sylvestris alba cum rubore, folio glabro'nun Rosa sylvestris inodora seu canina* denilen diğerleriyle aynı bitki olup olmadığından emin olamazdı. Linnaeus onu' *Rosa canina* diye sadeleştirerek bu karışıklığa son verdi. Sadeleştirmeleri herkes için kullanışlı ve münasip kılmak, kararlılıktan daha fazlasını gerektiriyordu. Bir türün en göze çarpan niteliklerini tespit etmek için, içgüdüye, hatta dehaya ihtiyaç vardı.

Linnaeus'un sistemi o kadar iyi düzenlenmiştir ki, bir alternatifi olabileceğini düşünmek zordur. Linnaeus'tan önce, sınıflandırma sistemleri çoğunlukla son derece keyfiydi. Hayvanlar vahşi-evcil, karada yaşayan-suda yaşayan, büyük-küçük ayrımlarına, hatta güzel ve soylu mu yoksa önemsiz mi olduklarına göre kategorize edilirdi. Buffon'sa hayvanları insana faydaları açısından sınıflandırmıştı. Anatomik kaygılar onun sisteminde yok denecek kadar az yer bulurdu.

Linnaeus canlı olan her şeyi fiziksel niteliklerine göre sınıflandırmak yoluyla bu eksikliği giderme işine hayatını adadı. Taksonomi, yani sınıflandırma bilimi, o gün bugündür hiç arkasına bakmamıştır.

Bu iş zaman aldı elbette. Linnaeus'un büyük eseri *Systema Naturae'nin* (Doğa Sistemi) 1735'teki ilk baskısı yalnızca on dört sayfa uzunluğundaydı. Ama giderek kalınlaşıp, on ikinci baskıda üç ciltlik ve 2.300 sayfalık dev bir yapıt haline geldi. Linnaeus'un ömrü en son bu baskıyı görmeye vefa etti. Sonunda 13.000 kadar bitki ve hayvan türünü adlandırmış ya da kayıtlara geçirmiş oldu. Aslında onunkinden daha kapsamlı yapıtlar da vardı. İngiliz botanik bilgini John Ray'in bir nesil önce tamamlanan üç ciltlik eseri *Historia GeneralisPlantarum'un* (Bitkilerin Tarihi) tek başına kapsadığı bitki türü sayısı 18.625'ten az değildi. Ama Linnaeus hiç kimsede olmayan özelliklere sahipti: tutarlılık, düzen, basitlik ve güncellik. *Systema Naturae* 1730'larda yazılmış olmasına karşın, İngiltere'de 1760'lara kadar yaygın biçimde tanınmadı, ama Linnaeus'u İngiliz doğabilimcilerin gözünde bir diğer baba figürü haline getirmeye yetecek kadar erken bir tarihti bu. Sistem, başka hiçbir yerde daha büyük bir coşkuyla benimsenmedi. (Linnaean Society'nin merkezini Stockholm'de değil, Londra'da kurmuş olmasının sebebi de budur.)

Linnaeus da kusursuz değildi. Denizcilerden ve diğer hayalperest gezginlerden duyduğu tasvirlerine safça inandığı efsanevi hayvanlara ve “canavarımsı insanlara” sisteminde yer ayırırdı. Bunların arasında, dört ayak üstünde yürüyen ve konuşma sanatında henüz ustalaşamamış olan *Homo ferus* adında vahşi bir insan ve “kuyruklu insan” *Homo caudatus* da vardı. Ama o zamanlar insanların çok daha saf olduklarını da unutmamalıyız. Büyük doğabilimci Joseph Banks bile on sekizinci yüzyıl sonlarında İskoçya açıklarında görüldüğü bildirilen bir dizi denizkızıyla canı gönülden ilgilenmişti. Her şeye rağmen, Linnaeus’un sağlam ve çoğu zaman muhteşem taksonomisi gaflarını genellikle telafi ediyordu. Diğer başarıları arasında, balinaların ineklerle, farelerle ve karada yaşayan diğer bildik hayvanlarla birlikte (sonradan Memeliler olarak değiştirilen) Dörtayaklılar takımına ait olduğunu görmesi de vardır, ki daha önce kimsenin yapamadığı bir şeydir bu.

Başlangıçta Linnaeus’un niyeti her bitkiye *Convolvulus 1*, *Convolvulus* 2 gibi bir cins adı ve bir numara vermekti. Ama bunun yeterli olmayacağını çok geçmeden anladı ve günümüze dek sistemin özü olmaya devam eden ikili adlandırma düzenini akıl etti. Başlangıçta, ikili adlandırma sistemini, kayaçlar, mineraller, hastalıklar ve rüzgârlar dahil, doğada var olan her şey için kullanmaya niyetliydi. Sistemi herkes hoş karşılamadı. Kaba terimlere olan yatkınlığı birçok insanı rahatsız ediyordu, ki bu da biraz komik kaçmaktaydı aslında, çünkü Linnaeus’tan önce birçok bitkiye ve hayvana verilen adlar edebe enikonu aykırıydı.

Karahindiba, idrar söktürücü sayıldığından, nicedir halk arasında “yatağa işeten” anlamına gelen “pissabed” tabiriyle anılıyordu. Günlük konuşma diline geçmiş diğer adlar arasında *kısrak osuruğu, çıplak hanım, büzük haya, tazı sidiği, götü meydanda* ve *sümsük havlu* gibi anlamlara gelenler vardı. Bu kaba saba tabirlerden bir ikisi İngilizce’de ister istemez hâlâ barınıyor olabilir. Baldırıkara (ya da venüssaçı) bitkisinin İngilizce adı olan “maidenhair moss”da mesela, kız saçı/tüyü anlamına gelen “maidenhair” terimi söz konusu kızın *başındaki* saçı ima etmez. Her halükarda, tür adlarının klasik bir anlayışla yenilenmesi sayesinde doğabilimlerinin izzetinefsinin hissedilir ölçüde kurtarılabileceği kanısı uzun zamandır egemendi. Dolayısıyla kendi kendini Botanikçilerin Prensi

ilan eden Linnaeus'un *Clitoria, Fornicata* ve *Vulva* gibi isimleri metinlerine serpiştirmiş olduğunu keşfetmenin can sıkıcı bir yanı vardı.

Yıllar geçtikçe bunlardan pek çoğu sistemden usulca temizlendi. (Gerçi hepsinden kurtulunamadı: Atlantik Okyanusu'nda yaşayan bir tür denizsalyangozu, bazen hâlâ *Crepidula fornicata* diye geçer.)[50] Doğabilimlerinin ihtiyaçları giderek özelleştikçe daha pek çok ayıklamaya gidildi. Öte yandan, sistem zaman içinde ilave edilen ek hiyerarşilerle besleniyordu. *Cins* ve *tür* terimleri Linnaeus'tan yüz küsur yıl önce doğabilimcilerce benimsenmişti. *Takım, sınıf* ve *familya* terimleri de biyolojik anlamlarıyla 1750'lerde ve 1760'larda kullanıma girdi. Ama *fılum* (dal) terimi ancak 1876'da (Alman Emst Haeckel tarafından) icat edildi. *Familya* ile *takım* ise yirminci yüzyıl başlarına kadar birbiri yerine geçebilir terimler muamelesi gördü. Bir süre için, botanikçilerin *takım'ı* uygun buldukları yerlerde zoologlar *familya* 'yı kullanarak, bazen herkesin kafasını karıştırdılar.[1]

Linnaeus, hayvanlar dünyasını altı kategoriye bölmüştü: memeliler, sürüngenler, kuşlar, balıklar, böcekler ve bu beş kategoriye girmeyen her şey için, solucanlar. Istakozları ve karidesleri solucanlarla aynı kefeye koymanın hiç tatminkâr olmayacağı başından belliydi, bunun üzerine Mollusca (yumuşakçalar) ve Crustacea (kabuklular) gibi yeni yeni kategoriler yaratıldı. Ne yazık ki, bu yeni sınıflandırmalar her ülkede aynı şekilde uygulanmıyordu. 1842 'de Ingilizler karmaşaya son vermek amacıyla Strickland Kanunu adı verilen yeni bir dizi kural ilan ettiler. Ama Fransızlar bunu keyfi bir uygulama olarak görünce, Fransız Zooloji Derneği Societe Zoologique kendi muhalif kanunuyla misillemeye geçti.

Bu arada, Amerikan Ornitoloji Derneği de, bilinmeyen sebeplerden ötürü, tüm adlandırmalarına temel olarak *Systema Naturae'nin* başka her yerde kullanılan 1766 baskısı yerine 1758 baskısını kullanmaya karar vermişti. Sonuçta, birçok Amerikan kuşu on dokuzuncu yüzyılı Avrupa'daki hemcinslerinden farklı kategorilere kayıtlı halde geçirdi. Doğabilimciler ancak 1902'de, Uluslararası Zooloji Kongresi'nin ilk toplantılarından birinde, uzlaşma zemini aramaya ve evrensel bir kanun benimsemeye yanaştılar.

Taksonomi bazen bir bilim olarak, bazense bir sanat olarak tanımlanır, ama aslında tam bir savaş meydanıdır. Günümüzde bile sistemdeki karışıklıkların sayısı çoğu insanın farkında olmadığı kadar fazladır. Mesela filum kategorisini ele alalım, tüm organizmaların temel vücut planlarını tanımlayan bölümü yani. Genelde iyi bilinen birkaç filum vardır: yumuşakçalar (istiridye ve salyangozlar), eklembacaklılar (böcekler ve kabuklular) ve kordalılar (bizler ve bir belkemiğine veya ilkel kordaya sahip tüm diğer hayvanlar) gibi. Ondan sonra her şey giderek muğlaklaşır. Muğlak filumlar arasında, Gnathostomulida (denizsolucanları), Cnidaria (denizanaları, medüzler, denizşakayıkları, mercanlar) ve narin Priapulida (ya da küçük "penis solucanları") sayılabilir. Adlarını duymuş olsak da olmasak da, bunlar temel bölümlerdir. Gelgelelim, sistemde kaç filum olduğu ya da olması gerektiği konusunda aynı fikri paylaşanlar şaşırtıcı derecede azdır. Çoğu biyolog, toplamı yaklaşık otuzda sabitler, ama kimileri yirmi ile yirmi beş arasında bir sayıyı tercih eder. Öte yandan, Edward O. Wilson *The Diversity of Life'* da (Doğanın Çeşitliliği) bu sayıyı olağanüstü yükseltip seksen dokuz gibi kabarık bir rakama çıkarır. Her şey bölümlendirmede hangi tavrı benimsediğinize, biyoloji camiasının tabiriyle, derleyici mi yoksa bölüştürücü mü olduğunuza bağlıdır.

Uygulama düzeyinde, türler konusundaki uzlaşmazlık olasılıkları daha da artar. Bir ot türünün *Aegilops incurva* olarak mı, *Aegilops incurvata* olarak mı, *yoksaAegilops ovata* olarak mı adlandırılacağı, botanikle alakası olmayan insanları birbirine düşürecek bir mesele olmayabilir, ama ilgili çevrelerde son derece hararetli tartışmalara yol açması muhtemeldir. Sorun şu ki, dünyada beş bin ot türü vardır ve bunlardan birçoğu otlardan anlayan gözlere bile fena halde benzer görünür. Sonuç olarak, bazı türler en az yirmi defa keşfedilip adlandırılmıştır ve birbirinden bağımsız olarak en az iki kere tanımlanmamış bir ot bulmak neredeyse imkânsızdır. İki ciltlik *Manual of the Grasses of the United States* (Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Otlar Kılavuzu), tüm eşanlamlıların tasnifine küçücük harflerle yazılmış iki yüz sayfa ayırır, çünkü kılavuzda aynı otların farklı adlarla yinelendiğini fark eden biyoloji camiası, bu tekrarların kasten yapılmamakla birlikte çok sayıda olduğuna dikkat çekmiştir. Üstelik burada sadece bir tek ülkede yetişen otlardan bahsediyoruz.

Uluslararası Bitki Taksonomisi Birliği diye bilinen kuruluş, küresel boyuttaki uzlaşmazlıklarda hakemlik yapar ve bir bitki türünü ilk kimin adlandırdığı, birden çok adı olan bitkilerin hangi adla anılacağı gibi konuları karara bağlar. Kısa aralıklarla yayınladığı kararnamelerinde, mesela *Zauschneria calfornica'nın* (kaya bahçelerinin yaygın bir bitkisi) artık *Epilobium canum* olarak tanınacağını ya da *Aglaothamnion tenuissimum* bitkisinin bundan böyle *Aglaothamnion byssoides'le* aynı türe ait sayılabileceğini, ama *Aglaothamnion pseudobyssoides'le* aynı türe ait sayılamayacağını beyan eder. Bunlar normal olarak çok az dikkat çeken küçük müdahalelerdir, ama bazen olduğu gibi, o pek sevilen bahçe bitkilerine ilişildiği an, öfkeli sesler kaçınılmaz olarak ayyuka çıkar. 1980'lerin sonlarında, kasımpatı diye de bilinen krizantem bitkisi (belli ki sağlam bilimsel ilkelere dayanılarak) kendi adını taşıyan cinsten *(Chrysanthemum)* çıkarılıp, *Dendranthema* cinsinin nispeten sıradan ve sevimsiz dünyasına dahil edilmişti.

Mağrur ve kalabalık bir topluluk olan krizantem üreticileri, Spermatophyta (Tohumlu Bitkiler) Komitesi'ne itirazda bulundular. İlk duyuşta yadırgansa da, böyle bir komite gerçekten vardır. [Pteridophyta (Eğreltiotları), Bryophyta (Karayosunları) ve Fungi (Mantarlar) gibi gruplar için oluşturulmuş komiteler de vardır. Hepsi de Genel Raportör diye adlandırılan bir üst düzey yetkiliye rapor verir. Gerçekten de takdire şayan bir yapılanmadır bu.] Adlandırma kurallarının taviz verilmeden uygulanması gerektiği halde, botanikçiler duygusallık karşında kayıtsız kalamazlar. Nitekim, söz konusu karar 1995'te yürürlükten kaldırıldı. Benzeri hükümler, petunyaları, iğağacını ve sevilen bir tür nergis zambağını tenzili rütbeden kurtarmış, ama seneler önce *Pelargonium* cinsine transfer edilen birçok ıtır türünü, yükselen homurtulara rağmen kurtaramamıştır. Bu çekişme Charles Elliott'un *The Potting-Shed Papers* adlı yapıtında eğlenceli bir üslupla incelenir.

Benzeri çekişme ve düzenlemeler tüm diğer canlı âlemlerinde de bulunabilir. Dolayısıyla canlıların genel bir çetelesini tutmak, tahmin edemeyeceğiniz kadar çetrefil bir iştir. İşte bu yüzden, ne hayret verici bir gerçektir ki, gezegenimizde yaşayan yaratıkların sayısı hakkında, Edward O. Wilson'ın sözleriyle "zerre kadar" fikrimiz yoktur. Tahminler 3 milyon ile 200 milyon arasında değişir. Daha da akıl almazı, *Economisfteki* bir

yazıya göre, dünyanın bitki ve hayvan türlerinin yüzde 97 kadar büyük bir bölümü hâlâ keşfedilmeyi bekliyor olabilir.

Bilgimiz *dahilindeki* organizmaların yüzde 99'undan fazlasıysa, yalnızca kabataslak tanımlara sahiptir: Wilson, "spesifik bir isim, müzenin tekinde saklanan bir avuç örnek ve bilimsel dergilerde yayınlanmış bir iki yarım yamalak tanım" diye nitelendiriyor bilgi düzeyimizi. *The Diversity of Life* adlı yapıtında, bilinen bütün türlerin, bitkilerin, böceklerin, mikropların, alglerin, kısacası her şeyin sayısını l,4 milyon olarak belirlemiş, ama bunun yalnızca bir tahminden ibaret olduğunu da eklemeden edememiş. Bilinen tür sayısını biraz daha yükselterek, 1,5 milyon ila 1,8 milyon civarına çıkaran başka otoriteler de olmuştur. Ama bu gibi şeylerin kaydedildiği bir merkez yoktur, dolayısıyla sayılar soruşturularak hiçbir yere varılamaz. Kısacası, sonunda kendimizi hiç ummadığımız bir konumda bulur, gerçekte ne kadar bilgi sahibi olduğumuzu aslında bilmediğimizi anlarız.

Prensip olarak, her bir uzmanlık alanının uzmanına gidip, alanlarında toplam kaç tür olduğunu sorduktan sonra, toplamların toplamını alabiliyor olmalısınız. Nitekim birçok insan bu yolu izlemiştir. Sorun şu ki, benzer araştırmalardan herhangi ikisinin aynı rakamlara ulaştığına nadiren rastlanır. Bilinen mantar türlerinin sayısı bazı kaynaklara göre 70.000, bazılarına göre 100.000'dir: Yani yine biri diğerinin neredeyse bir buçuk katıdır. Yersolucanlarında, tanımlanmış tür sayısının 4.000 olduğu yolunda kuvvetli iddialara ve bu sayının 12.000 olduğu yolunda yine aynı derecede kuvvetli başka iddialara rastlayabilirsiniz. Böceklerde, tür sayısı 750.000 ile 950.000 arasında değişir. Bunlar, sizin anlayacağınız, sözümona *bilinen* tür sayılarıdır. Bitkilerde, genel kabul gören sayılar 248.000 ile 265.000 arasında değişir. Aradaki fark göze çok büyük görünmeyebilir, ama Kuzey Amerika'nın tamamında yetişen çiçekli bitki sayısının yirmi katından fazladır.

Tür düzenlemesi çocuk oyuncağı bir iş sayılmaz. l 960'ların başlarında Avustralya Ulusal Üniversitesi'nden Colin Groves, bilinen 250 küsur primat türü üzerinde sistematik bir araştırma başlattı. Aynı türün birden fazla defa, bazen birçok defa tanımlandığına sık sık rastlandı. Keşif sahiplerinden hiçbiri, bilimin zaten tanıdığı bir hayvanla uğraşmakta olduğunun farkında

değildi. Bu işin içinden çıkmak Groves'un kırk yılını aldı. Kolaylıkla ayırt edilebilen, genelde ihtilafa konu olmayan, nispeten küçük bir hayvan grubuyla uğraşıyordu üstelik. Başka birileri çıkıp, gezegenin tahmini 20.000 liken tipi, 50.000 yumuşakça türü ya da

400.000 küsur kınkanatlısı üzerinde benzer bir çalışma yürütmeye kalksa kim bilir nasıl sonuçlar alınır.

Mevcut miktarlar mecburen tahminlere, bazen aşırı geniş yelpazeli tahminlere dayalı olsa da, kesin olan tek şey, dünyada çok fazla canlı olduğudur. 1980'lerin ünlü bir deneyinde, Smithsonian Enstitüsü'nden Terry Erwin, Panama'daki yağmur ormanlarında on dokuz ağaçlık bir bölgeye haşere ilacı uyguladıktan sonra dallardan ağlarına düşen her şeyi topladı. Göçücü türleri de yakaladığına emin olmak için bu deneyi her mevsim tekrarladı. Sonuçta elde ettiği örnekler arasında 1.200 çeşit kınkanatlı vardı. Başka yerlerdeki kınkanatlı dağılımını, ormandaki diğer ağaç türlerinin sayısını, dünyadaki orman sayısını, diğer böcek tiplerinin sayısını ve uzun bir değişkenler zinciri oluşturan daha birçok faktörü temel alarak, gezegenin tamamındaki böcek türleri için 30 milyon gibi bir rakam belirledi: Sonradan çok düşük bulduğu bir rakamdı bu. Aynı ya da benzer verileri kullanan diğerleri, ne kadar dikkatlice ulaşılmış olursa olsun bu rakamların bilime olduğu kadar kaçınılmaz olarak varsayıma da çok şey borçlu olduğunun altını çizerek, 13 milyon, 80 milyon ya da 100 milyon gibi rakamlara ulaştılar.

Wall Street Journal'a göre, dünyada "yaklaşık 10.000 aktif taksonomist" var. Kaydedilmesi gereken şeylerin bolluğu düşünülürse çok büyük bir sayı değil bu. Ama, *Journal* şunu da ekliyor: Tür başına yaklaşık 2.000 $'ı bulan maliyeti ve kırtasiye işlerinin yoğunluğu yüzünden, her yıl her çeşitten yalnızca yaklaşık on beş bin yeni tür kaydedilmekte.

"Sorun biyolojik çeşit bolluğu değil zaten, taksonomist kıtlığı!" diye kükrüyor Kenya Ulusal Müzesi'ndeki omurgasızlar bölümünün Belçika doğumlu yöneticisi Koen Maes. 2002 güzünde ülkeye yaptığım ziyaret sırasında onunla kısaca görüşme olanağı bulmuştum. Dediğine göre bütün Afrika'da hiç uzmanlaşmış taksonomist yokmuş. "Fildişi Sahili'nde bir tane vardı, ama galiba emekliye ayrıldı," dedi. Bir taksonomistin yetişmesi sekiz ila on yıl alıyor. Mamafih, yetişenlerden hiçbiri Afrika'ya gitmiyor. "Asıl

fosil onlar," diye ekledi Maes. Kendisine de yıl sonunda kapının gösterileceğini söyledi. Kenya'da geçirdiği yedi yıl sonrasında sözleşmesi yenilenmiyordu. "Paraları yok," diye açıkladı durumu.

İngiliz biyolog G. H. Godfray, Mayıs 2002'de Nature'da yayınlanan yazısında, dünyanın her yerinde taksonomistlerin kronik bir "prestij ve kaynak yokluğuyla" karşı karşıya olduklarına dikkat çekmişti. Sonuç olarak, "birçok tür, halihazırdaki tür ve sınıflandırmaları yeni bir taksonla[2] ilişkilendirmek için hiçbir çaba sarf edilmeksizin, kıyıda köşede kalmış yayınlarda yetersizce tanımlanmaktadır." Dahası, taksonomistler zamanlarının çoğunu yeni türleri tanımlayarak değil, eskilerini düzene sokarak geçirirler. Birçok taksonomist, Godfray'e göre, "kariyerinin büyük bölümünü on dokuzuncu yüzyıl sistematikçilerinin çalışmalarını yorumlamaya çalışarak, bu çalışmaların yayınlardaki çoğu yetersiz tanımlarını çözümleyerek ya da çoğu acınacak haldeki numuneler için dünya müzelerini köşe bucak arayarak harcar. Godfray internetteki sistemleştirme olanaklarının görmezden gelindiğini de özellikle vurguluyor. Ne garip bir gerçektir ki, büyük bir çoğunluk taksonomiyi kâğıt üstünde yapılması gereken bir iş olarak görüyor hâlâ.

Wired dergisinin kurucularından Kevin Kelly, 2001 'de bu meseleyi modem çağa taşımaya kalkışarak, her bir canlı organizmanın tespit edilip bir veritabanına kaydedilmesi amacıyla All Species Foundation (Tüm Türler Vakfı) adını taşıyan bir girişime öncülük etti. Böyle bir çalışmanın maliyeti dünyanın her yerinde 2 milyar ile 50 milyar $ arasında değişir. 2002 bahan itibariyle, vakfın yalnızca 1,2 milyar $ parası ve tamgün çalışan dört elemanı vardı. Eğer, sayıların akla getirdiği gibi, henüz keşfedilmemiş belki l 00 milyon böcek türü varsa ve eğer keşiflerimiz şimdiki hızıyla devam ederse, on beş bin küsur yıl içinde böcek türleri için net bir toplam rakama ulaşmayı bekleyebiliriz. Hayvanlar âleminin geri kalan kısmı için bu iş biraz daha uzun vakit alabilir.

Peki neden bu kadar az şey biliyoruz? Nedenler, keşfedilmeyi bekleyen hayvan sayısı kadar fazla, ama işte temel sebeplerden birkaçı:

Çoğu canlı küçüktür ve kolayca gözden kaçabilir. Pratikte, bu her zaman kötü bir şey değildir. Şiltenizin iki milyon mikroskobik akara[51] yuvalık ettiğini ve bu akarların sabahın köründe vücut yağlarınızı

keyifle yudumlamak ve siz bir o yana bir bu yana dönerken üstünüzden pul pul dökülen tüm o leziz deri parçacıklarını yalayıp yutmak üzere ortaya çıktığını bilseydiniz, yatağınızda öyle mışıl mışıl uyuyamayabilirdiniz. Sırf yastığınız bile kırk bin akar barındırabilir. (Onlara göre kafanız kocaman, yağlı bir bonbon şekeridir.) Temiz bir yastık kılıfının işe yaracağını hiç sanmayın. Yatak akarlan ölçeğinde bir şeye, insan yapımı en sıkı kumaşın ilmikleri bile lomboz kadar geniş görünür. Hatta, yastık kılıfınız altı yıllıksa, ki yastıkların ortalama yaşı aşağı yukarı budur, ağırlığının onda birini, söz konusu ölçümü yapan adamın, yani İngiliz Medikal Entomoloji (Böcek-bilimi) Merkezi'nden Dr. John Maunder'ın sözleriyle, "dökülmüş deri parçacıkları, canlı akarlar, ölü akarlar ve akar dışkısı" oluşturacaktır. (Ama hiç olmazsa onlar sizin akarlannızdır. Bir otel yatağına her girdiğinizde nelerle haşır neşir olduğunuzu varın siz düşünün.)[3] Bu akarlar çok eski zamanlardan beri burnumuzun dibindeydiler, ama 1965'e kadar keşfedilemediler.

Bize yatak akarları kadar teklifsizce sokulan yaratıklar renkli televizyon çağına kadar gözden kaçabildiyse, küçük-ölçekli dünyanın geri kalan canlılarından çoğunu neredeyse hiç tanımıyor oluşumuz pek de şaşırtıcı sayılmaz. Herhangi bir ormana girip çömelir ve yerden bir avuç toprak alırsanız, elinizde çoğu bilim adamınca bilinmeyen 1 O milyar bakteri tutuyor olursunuz. Avucunuzdaki toprak, belki 1 milyon semiz maya, küfler diye bilinen 200.000 kadar tüylü, küçük mantar, (en tanıdıkları amipler olmak üzere) belki 10.000 protozoa, çeşitli rotatorlar, yassısolucanlar, yuvarlak solucanlar ve topluca kriptozoa diye bilinen diğer mikroskobik yaratıklar içerecektir. Bunların da büyük bölümü, bilinmeyen cinslerden olacaktır.

Mikroorganizma rehberlerinin en kapsamlısı olan ***Bergey 's Manual of Systematic Bacteriology***de yaklaşık 4.000 bakteri çeşidi listelenir. l 980'lerde Jostein Goks0yr ve Vigdis Torsvik adlarında iki Norveçli bilim adamı, Bergen'deki laboratuvarlarına yakın bir kayın ormanından gelişigüzel bir gram toprak alıp bakteriyel içeriğini dikkatle analiz ettiler. Bu tek küçük örneğin 4.000 ila 5.000 ayrı bakteri türü içerdiğini bulguladılar: yani ***Bergey 's Manual'm*** tamamında üstelenenden fazla. Sonra iki üç kilometre öteye, deniz kenarındaki bir bölgeye gidip bir gram toprak daha aldılar ve onun da ***farklı*** 4.000 ila 5.000 tür içerdiğini gördüler.

Edward O. Wilson’ın gözlemlediği gibi: “Eğer Norveç’in iki ayrı yerinden alınmış iki tutam toprakta 9.000’i aşkın türde mikrop varsa, tamamen farklı başka habitatlarda kim bilir kaç tanesi keşfedilmeyi bekliyordur?” Eh, bir tahmine göre, bu sayı 400 milyon kadar yüksek olabilir.

Doğru yerlere bakmıyoruz. ***The Diversity of Life'***da Wilson, bir botanikçinin Bomeo’daki on hektarlık bir cangılda birkaç gün taban teperek 1.000 yeni çiçekli bitki türü keşfettiğini anlatır: Kuzey Amerika’nın tamamında bulunan tür sayısının üstünde bir rakamdır bu. Üstelik bunlar bulunması zor bitkiler değildir. Sadece daha önce oraya bakan olmamıştır. Kenya Ulusal Müzesi’nden Koen Maes de, bir bulut ormanına gidip “aheste aheste bakınarak”, yarım saat içinde üçü yeni cinsleri temsil eden dört yeni kırkayak türü ve bir de yeni ağaç türü bulduğunu söyledi bana. “Koca bir ağaç,” diye ekledi, kollarını çok şişman bir partnerle dans etmeye hazırlanırcasına boşluğa dolarken. Kenya’da dağ tepelerindeki ormanlara bulut ormanları denir. Plato tepelerinde bulunan bu ormanlara bazen milyonlarca yıl ayak basan olmaz. “Biyolojiye ideal iklimi sunarlar, ama neredeyse hiç incelenmemişlerdir,” diyor Maes.

Toplamda, tropik yağmur ormanları yeryüzünün yalnızca yaklaşık yüzde 6’sını kaplar, ama hayvan yaşamının yarısından fazlasını ve çiçekli bitkilerin yaklaşık üçte ikisini barındırır. Gelgelelim, bu canlılardan çoğu bizim için bilinmezliğini korumaktadır, çünkü bu yerlerde çok az araştırmacı vakit geçirir. Bunların elbette çok büyük bir bölümü bizim için hayli değerli olabilir. Çiçekli bitkilerin en az yüzde 99’u tıbbi özellikleri açısından hiç test edilmemiştir. Bitkiler yırtıcı hayvanlardan kaçamadıkları için kimyasal savunma yolları icat etmek zorunda kalmış, dolayısıyla cazip bileşimler bakımından olağanüstü zenginleşmiştir. Şimdi bile reçetelere yazılan tüm ilaçların neredeyse dörtte biri topu topu kırk bitkiden çıkarılır, geri kalanın yüzde 16’sıysa hayvanlardan ya da mikroplardan elde edilir. Demek ki ağaçlan kesilen her hektar orman, bizi tıbbi açıdan hayati derecede önemli olasılıkları kaybetme tehlikesiyle karşı karşıya bırakır. Kimyacılar, kombinatoryal kimya denilen bir yöntem kullanarak laboratuvarlarda aynı anda

40.000 bileşim üretebilirler, ama rasgele ürünler olan bu bileşimler genellikle işe yaramaz. Oysa her doğal molekül *Economist'm* “en üstün

tarama programı: en az üç buçuk milyar yıllık evrim” diye tanımladığı süreci çoktan geçirmiş olacaktır.

Bununla birlikte, bilinmeyeni arayış kuş uçmaz kervan geçmez yerlere gitmekle sınırlı değildir. Richard Fortey, *Life: An Unauthorised Biography* adlı kitabında çok eski bir bakterinin “erkek müşterilerin nesiller boyu dibine işedikleri” bir birahane duvarında bulunduğuna dikkat çeker: Ender rastlanan türden bir şans, büyük bir azmetmişlik ve muhtemelen adı konulmamış başka bir özellik daha gerektiren bir keşiftir bu.

Yeterince uzman yoktur. Bulunması, incelenmesi ve kaydedilmesi gereken şeylerin sayısı, bu işleri üstlenebilecek bilim adamı sayısını katbekat aşar. Mesela “bdelloid rotatorlar” diye adlandırılan ve çok az tanınan dirayetli organizmaları ele alalım. Bunlar hemen her şeye göğüs gerebilen mikroskobik hayvanlardır. Koşullar çetinleştiğinde büzülüp dertop olur, metabolizmalarını durdurur ve daha iyi zamanların gelmesini beklerler. Bu haldeyken dilerseniz onları kaynar suya atabilir ya da neredeyse mutlak sıfıra, yani atomların bile dayanamayıp pes ettikleri sıcaklık sınırına kadar dondurabilirsiniz. İşkence bitip daha arzu edilir bir ortama döndüklerinde gül goncası gibi açılır ve sanki hiçbir şey olmamış gibi yaşamaya devam ederler. Şimdiye dek 500 tür tespit edilmiştir (gerçi 360 diyen kaynaklar da vardır), ama dünyada toplam kaç tür olabileceği konusunda hiç kimsenin en ufak bir fikri yoktur. Haklarında bilinenlerin hemen hepsi, vefakâr bir amatör olan ve boş zamanlarını onları incelemeye ayıran David Bryce adında Londralı bir memurun çalışmaları sayesinde elde edilmiştir. Dünyanın her yerinde bulunabilirler, ama dünyadaki tüm bdelloid rotator uzmanlarını yemeğe davet etseniz komşulardan tabak ödünç almanız gerekmez.

Mantarlar kadar önemli ve bereketli şeyler bile nispeten az dikkat çeker. Mantarlar, göbelek, küf, maya ve kurtmantarları halinde her yerde bulunur ve çoğumuzun hiç ihtimal vermeyeceği kadar büyük miktarlarda yetişir. Dört hektar genişliğindeki tipik bir otlakta üreyen mantarları bir araya getirseniz, 2.800 kilogram mantarınız olur. Bunlar marjinal organizmalar değildir. Mantarlar olmasaydı patateslerde mildiyö görülmez, karaağaç hastalığı, kasık uyuzu ya da atlet ayağı diye bir şey olmazdı, ama aynı zamanda da ne yoğurt, ne bira, ne de peynir olurdu. Saptanmış tüm mantar

türlerinin sayısı yaklaşık 70.000'dir, ama bu sayının 1,8 milyona kadar yükselebileceği sanılıyor. Çok sayıda mantar uzmanı endüstriyel süt ürünleri imalatında çalışır, dolayısıyla kaçının aktif olarak araştırmayla uğraştığını söylemek zor. Yine de, keşfedilmemiş mantar sayısının keşif yapabilecek insan sayısından fazla olduğunu söylemek yanlış olmaz.

Dünya gerçekten de çok büyük bir yerdir. Hava yolculuğunun ve diğer iletişim yollarının rahatlığı gözümüzü boyayıp bizi dünyanın o kadar da büyük olmadığını düşünmeye iter. Halbuki yer seviyesinde, yani araştırmacıların araştırmalarını yapmaları gereken düzeyde, dünya muazzam derecede büyüktür: sürprizlerle dolu olabilecek kadar büyük. Zürafaların yaşayan en yakın akrabaları olan okapilerin Zaire'deki yağmur ormanlarında büyük topluluklar halinde yaşadığı artık biliniyor: Tahminlere göre toplam nüfusları belki otuz bini buluyor olabilir. Ama yirminci yüzyıla değin varlıklarından şüphelenilmemişti bile. Yeni Zelanda 'nın takahe denilen, iri, uçamayan bir kuş neslinin 200 yıldır tükenmiş olduğu sanılıyordu. Derken ülkenin South Island bölgesindeki kayalık bir yerde takahelerin yaşadığı anlaşıldı. 1995'te Tibet'te, Fransız ve İngiliz bilim adamlarından oluşan bir ekip ıssız bir vadide kar fırtınasına yakalanıp kayboldular ve Riwoche denilen bir at cinsine rastladılar. Bu atın varlığı daha önce yalnızca tarihöncesinden kalma mağara resimlerinden biliniyordu. Vadi sakinleri onun dünyanın geri kalan kısmında antika sayıldığını öğrenince kulaklarına inanamadılar.

Bizi daha da büyük sürprizlerin bekliyor olabileceğini düşünenler var. 1995 'te *Economist'te* şöyle bir haber çıkmıştı: "Başta gelen İngiliz etnobiyologlarından birine göre, bir *Megatherium* (boyu zürafanınkine ulaşabilen dev bir tür yer tembel-hayvanı) ... Amazon havzasının korunaklı köşelerinde pusuya yatmış olabilir." Bu etnobiyologun adının açıklanmamış olması belki de manidardı; ama bu yazıdan sonra ne ondan ne de dev tembelhayvanından ses soluk çıkmamış olması belki daha da manidar. Gelgelelim, dere tepe dolaşılıp her cangıla, her ormana girilene dek, bu iddianın yanlışlığını kimse kanıtlayamaz ve biz de o aşamadan henüz çok uzağız.

Ama binlerce araştırmacı yetiştirip dünyanın en ücra köşelerine salsak bile çabalarımız kâfi gelmeyecektir, çünkü yaşam yeşerebildiği her yerde

yeşerir. Yaşamın olağanüstü doğurganlığı hayret, hatta memnuniyet vericidir, ama aynı zamanda problematiktir. Her şeyi araştırmış olabilmek için her taşın altına bakmanız, her orman tabanını taramanız, inanılmaz miktarlarda kum ve toprağı kalburdan geçirmeniz, her ağacın tepesine tırmanmanız ve denizleri incelemek için daha etkili yollar tasarlamanız gerekir. O zaman bile koca ekosistemleri gözden kaçırmak işten değildir. 1980'lerde Romanya'da, uzun ama bilinmeyen bir süre için dış dünyayla bağlantısı kesilmiş derin bir mağaraya giren keşifçiler otuz üç tür böcek ve başka küçük yaratıklar (örümcekler, kırkayaklar, bitler) buldular.

Hepsi de kör, renksiz ve bilim için yeniydi. Yaratıklar besinlerini su birikintilerinin yüzeyinde biriken çamurdan alıyor, çamursa kaynarcalardan gelen hidrojen sülfürle besleniyordu.

İçgüdülerimize kulak verdiğimizde, her şeyin izini sürmenin imkânsızlığı gözümüze asap bozucu, cesaret kıncı, hatta belki yıldırıcı görünebilir, ama bunu neredeyse dayanılmaz bir heyecan kaynağı olarak görmek de pekâlâ mümkün. Sürpriz kapasitesi sonsuz sayılabilecek bir gezegende yaşıyoruz. Hangi aklı başında insan başka türlüsünü dileyebilir ki?

Modern bilimin çeşitli disiplinlerine şöyle bir göz atmanın hemen her zaman en çarpıcı yanı, son derece muğlak ve esrarengiz araştırma alanlarına ömürlerini adamaya ne çok insanın heves ettiğini anlamak olacaktır. Stephen Jay Gould, bir denemesinde, kahramanlarından biri olan Henry Edward Crampton'ın 1906'dan 1956'daki ölümüne değin elli senesini Polinezya'da *Partula* denilen bir cins bağ salyangozunu sessizce inceleyerek geçirdiğini söyler. Crampton, sayısız *Partula'nın* yılankavi kabuklarını, narin kavis ve kıvrımlarını, senelerce, defalarca ince ince ölçümlemiş ve sonuçlan ayrıntılı tablolara kılı kırk yaran bir özenle işlemiştir. Bir Crampton tablosundaki tek bir satır, haftalarca emek verilmiş ölçüm ve hesaplan temsil ediyor olabilir.

1940'larda ve 1950'lerde insan cinselliği hakkında yaptığı çalışmalarla ünlenen Alfred C. Kinsey ise, işine bağlılık bakımından Crampton'dan belki biraz geri kalsa da, kesinlikle daha beklenmedik işler yaptı. Sekse tabiri caizse kafayı takana dek, Kinsey bir böcekbilimciydi, hem de tuttuğunu koparan bir böcekbilimci. İki yıl süren bir keşif seferinde,

300.000 yabanansı toplamak için, yürüyerek 4.000 kilometre yol katetti. Bu uğurda arılar tarafından kaç kere ısırıldığı ise ne yazık ki kayıtlara geçmedi.

Kafamı kurcalayan sorulardan biri de, bu esrarengiz alanlarda sürekliliğin nasıl temin edildiğidir. Dünyada sülükayaklılar ya da Pasifik salyangozları gibi konuların uzmanlarına gereksinim duyan ya da bu uzmanları desteklemeye hazır olan çok fazla kuruluş bulunmayacağı ortada. Londra'daki Doğa Tarihi Müzesi'nden ayrılırken Richard Fortey'ye bilimin bu sürekliliği nasıl sağladığını sordum: Gidenin yerini doldurmaya hazır biri her zaman nasıl bulunuyordu?

Naifliğim karşısında kahkahayı koyuverdi. "Korkarım sandığınız gibi değil. Saha kenarında oturup göreve çağrılmayı bekleyen yedek oyuncularımız yok bizim. Bir uzman emekliye ayrıldığı ya da daha kötüsü, öldüğü zaman, bu durum o alanda bir şeyleri sekteye uğratabilir, hem de bazen çok uzunca bir müddet." "Yepyeni bir sonuç üretemeyeceği halde tek bir bitki türünü incelemeye kırk iki senesini adamış birine sanırım bu yüzden değer veriyorsunuz, öyle mi?" "Aynen öyle," dedi, "aynen öyle." Bunu bütün kalbiyle söylüyor gibiydi.

24

HÜCRELER

Her şey tek bir hücreyle başlar. İlk hücre bölünüp iki hücre olur, sonra onlar da bölünüp dört hücre ederler ve bu böyle sürüp gider. Yalnızca kırk yedi bölünme sonunda vücudunuzda on bin trilyon (10.000.000.000.000.000) hücreniz olur ve bir insan olarak ortaya çıkmaya hazır hale gelirsiniz.[4] Bu hücrelerden her biri, ana rahmine düştüğünüz andan son nefesinizi verdiğiniz ana kadar sizi korumak ve beslemek için tam olarak ne yapması gerektiğini bilir.

Hücrelerinizden gizliniz saklınız olamaz. Sizi sizden iyi tanır onlar. Her biri, vücudunuzun kullanım kılavuzu olan genetik şifrenizin eksiksiz bir kopyasını taşır, dolayısıyla sadece kendi işinin değil, vücutta yapılması gereken tüm diğer işlerin de nasıl yapılacağını bilir. Hayatınız boyunca bir hücreye adenozin trifosfat düzeylerinden gözünü ayırmamasını ya da az önce beklenmedik biçimde ortaya çıkan folik asit fazlasına yer bulmasını

hatırlatmanız asla gerekmez. O bunu da, başka milyonlarca işi de sizin için kendiliğinden yapacaktır.

Doğadaki her hücre bir mucizedir. En basitleri bile insan zekâsının sınırlarını katbekat aşar. En basitinden bir maya hücresi yaratmak için mesela, bir Boeing 777 jet uçağında bulunanlarla aşağı yukarı aynı sayıda bileşeni minyatürize etmeniz ve yalnızca 5 mikron çapında bir kürenin içine sığdırmanız gerekir. Sonra da o küreyi üremeye ikna etmenin bir yolunu bulmalısınız.

Ama maya hücreleri insan hücrelerinin yanında solda sıfır kalır, çünkü insan hücreleri daha çeşitli ve komplike olduğu gibi, kompleks etkileşimleri dolayısıyla çok daha büyüleyicidir.

Hücreleriniz, hepsi de kendini sizin genel sağlığınıza körü körüne adamış on bin trilyon vatandaşa sahip bir ülkedir. Sizin için yapmayacakları yoktur. Size keyifli duygular yaşatır, düşüncelerinizi oluştururlar. Ayakta durmanızı, gerinmenizi, hoplayıp zıplamanızı sağlarlar. Yemek yediğinizde besinlerden özlerini çıkarır, enerjiyi vücuda dağıtır ve atıkları uzaklaştırırlar: Ortaokul biyoloji derslerinde öğrenmiş olduğunuz her şeyi bir bir yaparlar. Sizi önce acıktırıp, sonra tatlı bir tokluk hissiyle ödüllendirmeyi de unutmazlar, çünkü bu hissi yeniden yaşayabilmek için tekrar yemenizi isterler. Saçlarınızın durmadan uzamasını, kulaklarınızın nemli kalmasını, beyninizin sessizce dalga yaymasını sağlarlar. Varlığınızın her köşesini yönetirler. Tehdit edildiğiniz an sizi savunmak için derhal harekete geçerler. Sizin için hiç tereddüt etmeden canlarını verirler: Her gün milyarlarca hücreniz sizin için ölür. Ve bunca senedir onlardan birine olsun teşekkür etmemişsinizdir. O halde isterseniz şimdi bir an için durup onlara hak ettikleri saygı ve hayranlıkla bakalım.

Hücrelerin yaptıkları işleri nasıl yaptıklarını, mesela yağları nasıl biriktirdiklerini, insülini nasıl ürettiklerini ya da sizin gibi bir varlığı hayatta tutmak için gereken başka pek çok işle nasıl meşgul olduklarını biraz anlıyoruz, ama yalnızca biraz. içinizde sizin için ölesiye çalışan en az 200.000 farklı türde proteininiz var ve şimdilik bunlardan yalnızca yüzde 2’sinin ne yaptığını anlayabildik. (Gerçi bu oranı yüzde 50’ye kadar yükseltenler de var. Her şey “anlamak”tan ne anladığınıza bağlı anlaşılan.)

Hücreler düzeyinde sürprizlerin sonu gelmez. Doğada, nitrik oksit korkunç bir toksin ve hava kirliliğinin başlıca sebeplerinden biridir. Dolayısıyla bilim adamları 1980'lerin ortalarında nitrik oksidin insan hücrelerinde inanılmaz bir gayretle üretilmekte olduğunu bulguladıkları zaman doğal olarak biraz şaşırdılar. Bu üretimin amacı başlangıçta tam bir muammaydı, ama sonradan bilim adamları her baktıkları yerde nitrik asit bulmaya başladılar: Nitrik asit kan dolaşımını ve hücrelerin enerji düzeylerini denetliyor, kanserlere ve diğer patojenlere saldırıyor, koku alma duyusunu düzenliyor, hatta penis ereksiyonlarına yardımcı oluyordu. Bu durum, bildik bir patlayıcı olan nitrogliserinin "angina" diye bilinen göğüs ağrısını neden dindirdiğine de açıklama getiriyordu. (Nitrogliserin kan dolaşımında nitrik okside çevrilerek damar kaslarını gevşetir ve böylece kanın damarlarda daha rahat akmasını sağlar.) On yıla kalmadan bu gazlı madde yabancı bir toksin olmaktan çıkıp her yerde hazır ve nazır bir iksir haline geliverdi.

Belçikalı biyokimyacı Christian de Duve'ya göre vücudunuzda "birkaç yüz kadar" farklı türde hücre vardır. Bir küsur metreye kadar uzayabilen liflere sahip sinir hücrelerinden tutun, disk şeklindeki alyuvarlara, gözlerinizin görmesine yardımcı olan çubuk-biçimli fotosellere kadar tüm hücreler boyut ve biçim açısından büyük farklılık gösterir. Büyüklük farklılıkları da inanılmaz boyutlara ulaşabilir. Bunun en çarpıcı örneği gebeliğin oluştuğu esnada gözler önüne serilir: Yarıştan galip çıkan tek bir sperm, kendinden 85.000 kat büyük bir yumurtayla karşı karşıya kalır. (Bu karşılaşma erkeğin dişiyi fethi kavramına bir nevi perspektif kazandırır.) Ama ortalamaya vurulduğunda, bir insan hücresi yaklaşık 20 mikron, yani bir milimetrenin yüzde ikisi genişliktedir. Gözle görülemeyecek kadar küçük, ama mitokondriler gibi binlerce komplike yapı ve milyonlarca molekül barındırabilecek kadar geniş bir alandır bu. Hücreler canlılık bakımından da kelimenin tam manasıyla farklı farklıdır. Deri hücrelerinizin hepsi ölüdür. Vücut yüzeyinizin her bir noktasının ölü hücrelerden oluştuğu düşüncesi biraz rahatsız edici olabilir. Eğer ortalama irilikte bir yetişkinseniz, üstünüzde 2 kilodan fazla ölü deri taşıyorsunuz demektir ve bu deriden her gün birkaç milyar zerre pul pul dökülür. Tozlu bir rafta parmağınızı gezdirdiğinizde, rafa büyük bölümü ölü deriden oluşan bir çizgi çizmiş olursunuz.

Çoğu canlı hücre bir küsur aydan fazla nadiren yaşar, ama dikkate değer bazı istisnalar da yok değildir. Karaciğer hücreleri, bileşenleri birkaç günde bir yenilense de, yıllarca canlı kalabilir. Beyin hücrelerinin ömrü sizinkiyle aynıdır. Doğarken size yüz milyar kadar beyin hücresi verilmiştir ve ölene dek görüp göreceğiniz bu kadardır. Saatte beş yüz tanesini kaybettiğiniz tahmin ediliyor, dolayısıyla eğer düşünmeniz gereken ciddi konular varsa kaybedecek tek bir saniyeniz yok demektir. Neyse ki beyin hücrelerinizin bileşenleri de sürekli olarak yenilenir, böylece karaciğer hücreleri gibi onların da hiçbir kısmının yaklaşık bir aydan yaşlı olmasına pek ihtimal yoktur. Hatta, hiçbirimizin vücudunda dokuz sene önce de bize ait olan tek bir zerre bile bulunmadığını ileri sürenler olmuştur. Bize hiç öyle gelmese de, hücresel düzeyde hepimiz gencecimiz.

Hücreyi tanımlayan ilk kişi Robert Hooke oldu. Hatırlarsanız bu kitapta onunla son karşılaştığımızda ters kare yasasını ilk kimin bulduğu konusunda Isaac Newton'la dalaşmaktaydı. Hooke altmış sekiz yıllık ömrüne kuşkusuz çok şey sığdırmıştı:Hem başarılı bir kuramcıydı, hem de marifetli araçlar yapmakta üstüne yoktu. Ama yapıtlarından hiçbiri 1665'te yayınlanan *Micrographia* (Küçük Çizimler) adlı popüler kitabından daha büyük beğeni toplamadı. Bu kitapta, çok küçüklerin o güne dek hiç kimsenin hayalini bile kuramadığı kadar çeşitli, kalabalık ve mükemmelen örgütlenmiş evrenini hayranlıktan ağzı bir karış açık kalan bir okuyucu topluluğunun dikkatine sunuyordu.

Hooke tarafından ilk kez tanımlanan mikroskobik özellikler arasında, bitkilerde gözlemlediği ve kendisine keşişlerin odalarım hatırlattığı için "hücreler" diye adlandırdığı küçük boşluklar da vardı. Hooke küçük bir parça şişe mantarında bu boşluklardan 1 .259.712.000 adet bulunduğunu hesaplamıştı. Böylesine büyük bir sayı bilim camiasında ilk kez gündeme geliyordu. O sıralar mikroskoplar aşağı yukarı bir nesildir kullanımdaydı, ama Hooke'unkileri diğerlerinden ayıran özellik teknik üstünlükleriydi. Görüntüyü otuz defa büyütebiliyor ve bu özellikleriyle on yedinci yüzyılın optik teknolojisinde son sözü onlar söylüyordu.

Dolayısıyla yalnızca on sene sonra Hooke'a ve Londra'daki Royal Society'nin diğer üyelerine, Felemenkli cahil bir manifaturacıdan en büyüğü 275 defa büyütülmüş görüntüler içeren çizim ve bildiriler gelmeye

başlayınca tam bir şok yaşandı. Manifaturacının adı Antoni van Leeuwenhoek'ti. Yeterince resmi öğrenim görmediği ve bilimsel altyapısı hiç olmadığı halde dikkatli, gayretli bir gözlemci ve teknik konularda yetkin bir dâhiydi.

Elle işletilen basit aygıtlardan nasıl olup da böylesine muhteşem görüntüler alabildiği bugün hâlâ bir soru işaretidir. Kullandığı aygıtlar, ortasına minik bir cam kabarcığı yerleştirilmiş mütevazı tahta pimler olmaktan öteye pek geçmezdi. Çoğumuzun mikroskop denince aklımıza gelen cihazlardan ziyade büyüteçleri andırır, ama aslında ne mikroskoba ne de büyütece benzerlerdi. Leeuwenhoek gerçekleştireceği her deney için yeni bir araç yapardı ve bazen İngilizlere çözümlerini nasıl iyileştirebileceklerini çıtlatmaktan kaçınmasa da, teknikleri hakkında ser verir sır vermezdi.[5]

Elli yıl gibi bir süre sonunda, ne ilginçtir ki kırkını çoktan geride bıraktığı yıllardan başlayarak, Royal Society'ye hepsi de bozuk bir Felemenkçe'yle, yani iyi bildiği tek dilde yazılmış iki yüze yakın bildiri yolladı. Leeuwenhoek hiçbir yoruma yer vermiyor, bulguladığı olguları enfes çizimler eşliğinde sıralamakla yetiniyordu. İncelenmesinde fayda olabilecek hemen her şey hakkında bildiriler yolladı: ekmek mayası, an iğnesi, kan hücreleri, dişler, saç ve son numunelerin nahoş doğasından ötürü tedirgince özür dileyerek, kendi tükürüğü, dışkısı ve menisi hakkında. Bunların hemen hepsi daha önce mikroskop altında hiç görülmemiş şeylerdi.

Leeuwenhoek 1676'da bir biber suyu örneğinde "hayvancıklar" bulduğunu bildirdikten sonra, Royal Society üyeleri bir yıl boyunca İngiliz teknolojisinin üretebildiği en iyi aygıtları kullanarak o "küçük hayvanları" aradılar ve sonunda büyütme oranını doğru ayarlamayı başardılar. Leeuwenhoek'in bulguladığı şeyler protozoa fılumundan tekhücreli canlılardı. Tek bir su damlasında bu minik varlıklardan 8.280.000 tane (Hollanda' da yaşayan insan sayısından fazla) bulunduğunu hesaplamıştı. Düpya daha evvel kimsenin aklına bile gelmeyen biçim ve sayıda canlıyla dolup taşmaktaydı.

Leeuwenhoek'in fantastik bulgularından ilham alan başkaları, mikroskoplara öyle büyük bir istek ve hevesle bakmaya başladılar ki, bazen

aslında olmayan şeyler gördükleri bile oldu. Saygın Felemenkli gözlemcilerden biri olan Nicolaus Hartsoecker sperm hücrelerinde “öncü minik insanlar” gördüğüne emindi. Bu küçük varlıkları “homunculi” diye adlandırdı. Tüm insanların, hatta yaratıkların minik ama eksiksiz öncü varlıkların alabildiğine büyütülmüş versiyonlarından ibaret olduğuna bir süre için pek çok kişi inandı. Leeuwenhoek’in bile zaman zaman kendi coşkularına kapılıp gittiği olurdu. Pek başarılı olmayan deneylerinden birinde, küçük bir patlamayı çok yakından gözlemleyerek barutun patlayıcı özelliklerini anlamayı denedi: Az kalsın kendini kör ediyordu.

1683’te Leeuwenhoek bakterileri keşfetti, ama sonraki bir buçuk yüzyıl süresince mikroskop teknolojisinin kısıtlı olanakları bu keşfin bir adım daha ileri götürülmesine izin vermeyecekti. Bir hücre çekirdeğini gören ilk kişi 1831 ’e kadar ortaya çıkmadı. Bu kişi İskoç botanikçi Robert Brown olacaktı, bilim tarihinin bir görünüp bir kaybolan esrarengiz gediklisi yani. 1773’ten 1858’e kadar yaşayan Brown, çekirdeğe Latince’de küçük tohum, öz manasına gelen nucula’dan türettiği *nucleus* adını verdi. Gelgelelim, *bütün* canlı maddelerin hücrelerden oluştuğunu anlamak 1839’da Theodor Schwann adında bir Almana nasip olacaktı. Fikir, diğer bilimsel fikirlere nazaran hayli geciktiği yetmezmiş gibi, önceleri yaygın olarak benimsenmedi. Yaşamın kendiliğinden oluşamayacağı, önceden var olan hücrelerden doğmak zorunda olduğu, Fransız Louis Pasteur’ün kilometre taşı oluşturan bir çalışması sayesinde ancak 1860’larda kesinlik kazandı. Bu inanç “hücre kuramı” diye anılır oldu ve modem biyolojinin tamamına temel teşkil etti.

Hücre, (fizikçi James Trefil’in tabiriyle) “kompleks bir kimyasal rafineri”den tutun, (biyokimyacı Guy Brown’ın tabiriyle) “uçsuz bucaksız, fıkır fıkır bir metropol”e kadar pek çok şeye benzetilmiştir. Hücre bu ikisine de hem benzer, hem benzemez. Büyük bölümünün kimyasal etkinliğe tahsis edilmiş olması açısından bir rafineriyi, düzensiz ve gelişigüzelmiş gibi görünen ama kendine has bir sisteme göre işlediği gün gibi aşikar olan etkileşimlerle dolu, kalabalık ve faal olması bakımından da bir metropolü andırır. Ama görüp görebileceğiniz her şehir ya da fabrikadan çok daha ürkütücü bir yerdir. Her şeyden önce, bir hücrenin içinde aşağısı yukarısı diye bir mefhum yoktur. (Yerçekiminin hücresel ölçekte manalı bir etkisi olmaz.) Ayrıca, bir atomun tek bir noktası bile atıl kalmaz. *Her* yerde

faaliyet ve kesintisiz bir elektrik enerjisi vardır. Kendinizi fena halde elektrikli hissetmeyebilirsiniz, ama aslında öylesiniz. Yediğimiz gıdalar ve soluduğumuz oksijen, hücrelerde birleşip elektriğe çevrilir. Birbirimize okkalı elektrik şokları vermememizin ya da oturduğumuz kanepeyi yakmamamızın sebebi, her şeyin çok küçük bir ölçekte meydana gelmesidir: nanometrelerle ölçülen mesafelerde yol alan 0,1 voltluk akımcıklar halinde. Öte yandan, ölçeği yükselttiğiniz takdirde metrede 20 milyon voltluk bir şokunuz olur: bir boranın ana gövdesinde taşınan elektrik yüküyle aşağı yukarı aynı.

Boyut ve şekli ne olursa olsun, neredeyse tüm hücreleriniz temelde aynı plana uygun tasarlanmıştır: Bir dış kılıf ya da zarları, canlı kalmanız için gereken genetik bilgiyi içeren bir çekirdekleri, bu ikisi arasında da sitoplazma denilen bir faaliyet alanları vardır. Hücre zarı çoğumuzun hayal ettiği gibi ancak keskin bir iğneyle delinebilecek türden, dayanıklı, esnek bir kılıf değildir. Lipit diye bilinen, Sherwin B. Nuland'ın sözleriyle "hafifbir makine yağının" yaklaşık yoğunluğuna sahip, yağlı bir tür maddeden yapılmıştır. Bu size hiç inandırıcı gelmiyorsa, mikroskobik düzeyde her şeyin farklı davrandığını aklınızdan çıkarmamaya çalışın. Moleküler ölçekteki her şey için su dayanıklı bir jeldir ve lipit de demir gibi sağlamdır.

Şayet bir hücreyi ziyaret edebilseydiniz, görecekleriniz hiç hoşunuza gitmezdi. Atomların bezelye büyüklüğünde göründüğü bir ölçekte, hücre kabaca 800 metre çapında bir küre olacaktır. Bu küre hücre iskeleti diye adlandırılan kompleks bir kiriş kafesiyle desteklenmektedir. Hücrenin içinde, bazıları basketbol topu, bazıları araba büyüklüğünde milyonlarca obje, mermi hızıyla vızıldar. Orada, dört bir yandan her saniye binlerce kez vurulup parçalanmadan durabileceğiniz bir yer yoktur. Tüm zamanlarını orada geçirenler için bile, hücrenin içi çok tehlikeli bir yerdir. Her bir DNA ipliği, ortalama olarak her 8,4 saniyede bir (günde on bin defa) kendisine şiddetle çarpan ya da dikkatsizce içine dalan kimyasal maddelerin saldırısına uğrayıp zarar görür. Hücrenin telef olması istenmiyorsa yaralarının çabucak dikilip kapatılması gerekir.

Özellikle proteinler pek hareketlidir: Topaç gibi döner, nabız gibi atar ve saniyede milyar defa birbirlerine toslarlar. Kendileri de bir tür protein olan

enzimler, her saniye bin bir tane iş becererek dört bir yana savrulup dururlar. İyice hızlandırılmış işçi karıncalar gibi durmadan dinlenmeden molekül yapıp molekül yenilerler, birinden bir parça koparıp, öbürüne bir parça eklerler. Bazısı ötesinden berisinden geçen proteinleri denetler ve onarılamayacak derecede hasar görmüş ya da sakatlanmış olanları kimyasal bir maddeyle işaretler. Bir protein bir kez böyle seçilmeye görsün, ölüme mahkûm edilmiş demektir: Proteazom denilen bir yapıya geçip parçalanır ve bileşenleri yeni proteinlerin yapımında kullanılır. Bazı protein çeşitleri yarım saatten az, bazılarıysa haftalarca canlı kalır. Ama hepsi de kısacık hayatlarını akıllara durgunluk veren bir hızla, çılgınca yaşarlar. De Duve'nın belirttiği gibi, "Moleküler dünya, içinde olup bitenlerin inanılmaz hızı sayesinde, daima hayal gücümüzün sınırları ötesinde kalacaktır."

Ama bu hız yavaşlatılıp etkileşimlerin gözlenmesini mümkün kılan bir düzeye indirildiğinde, her şey o kadar da tüyler ürpertici gözükmez. Bir hücrenin, birbirine toslayıp duran milyonlarca molekülden ibaret olduğunu görebilirsiniz: türlü ebatlarda ve türlü biçimlerde lizozomlar, endozomlar, ribozomlar, ligantlar, peroksizomlar ve proteinler. Bunların hepsi de, besinlerden enerji elde etmek, yapılar oluşturmak, atıklardan kurtulmak, davetsiz misafirleri defetmek, mesajlar alıp yollamak, tamir işleri yapmak gibi dünyevi işlerle uğraşır. Tipik bir hücre 20.000 kadar farklı türde protein içerir ve bunlar arasından yaklaşık 2.000 türün her biri en az 50.000 molekülle temsil edilir. "Demek oluyor ki," diyor Nuland, "sadece her biri 50.000'den fazla molekülle temsil edilen türleri saysak bile, her hücredeki toplam protein molekülü sayısı hâlâ en az 100 milyonu bulur. Böylesine afallatıcı bir rakam, içimizdeki biyokimyasal etkinliğin muazzamlığı hakkında bize biraz fikir verir."

Bu son derece talepkâr bir süreçtir. Kalbiniz bütün hücrelerinize taze oksijen temin edebilmek için saatte 343, günde 8.000'den fazla, yılda 3 milyon litre (dört Olimpik yüzme havuzunu doldurmaya yetecek kadar) kan pompalamak zorundadır. (Üstelik bu sadece istirahat hali için geçerlidir. Egzersiz sırasında bu hız altı misli yükselebilir.) Oksijen mitokondriler tarafından alınır. Bunlar hücrelerin enerji santralleridir ve hücrelerdeki sayıları söz konusu hücrenin ne yaptığına ve ne kadar enerjiye gereksinim duyduğuna bağlı olarak büyük ölçüde değişse de, tipik bir hücrede yaklaşık 1.000 mitokondri vardır.

Önceki sayfalardan hatırlayabileceğiniz gibi, mitokondrilerin tutsak bakterilerden evrimleştikleri ve kendi genetik bilgilerini muhafaza ederek, kendi takvimlerine göre bölünerek, kendi dillerini konuşarak hücrelerimizde adeta misafir gibi yaşadıkları düşünülüyor. Hatırlarsanız onların insafına kalmış olduğumuzu da söylemiştik. Nedenine gelince... Vücudunuza aldığınız gıda ve oksijenin hemen hepsi, işlendikten sonra mitokondrilere iletilir ve orada adenozin trifosfat (ATP) denilen bir moleküle çevrilir.

ATP'den söz edildiğini hiç duymamış olabilirsiniz, ama sizi canlı tutan odur. ATP molekülleri hücre içinde hareket ederek tüm hücre süreçleri için enerji temin eden küçük pil takımlarıdır aslında ve sizde onlardan *çok* vardır. Her an, vücudunuzdaki tipik bir hücrenin içinde yaklaşık bir milyar ATP molekülü bulunur ve iki dakika içinde hepsi birden tüketilip yerini bir diğer bir milyar ATP molekülüne bırakır. Her gün vücut ağırlığınızın yaklaşık yarısına eşdeğer miktarda ATP üretir ve tüketirsiniz. Derinizin sıcaklığını hissedebiliyor musunuz? ATP'leriniz iş başında demektir.

Hücreler, artık kendilerine ihtiyaç kalmadığında, ancak şerefli diye nitelendirilebilecek bir ölümle göçüp giderler. Onları bir arada tutan destek ve dayanakları söküp, kendi bileşenlerini sessizce yiyip bitirirler. Bu süreç apoptoz ya da programlanmış hücre ölümü diye bilinir. Her hücrelerinizden milyarlarcası sizin iyiliğiniz için ölür ve artıkları başka milyonlarca hücreniz tarafından temizlenir. Hücreler bir saldırı sonucu da ölebilir, mesela enfekte olduklarında. Ama genellikle, ölmeleri söylendiği için ölürler. Hatta, yaşamaları söylenmediği, bu yönde başka bir hücreden bir nevi aktif talimat gelmediği takdirde, hücreler otomatikman kendilerini öldürür. Tekrar tekrar güvence verilmeye çok ihtiyaçları vardır onların.

Bir hücrenin, nadiren rastlandığı gibi, kendisi için tayin edilen biçimde ölmek yerine çılgınca bölünmeye ve çoğalmaya başlamasıyla ortaya çıkan sonuca kanser deriz. Kanser hücreleri aslında sadece kafası karışmış hücrelerdir. Hücreler bu hataya oldukça sık düşerler, ama vücudun bu durumla başa çıkabilen mükellef mekanizmaları vardır. Söz konusu sürecin kontrolden çıktığına çok ender rastlanır. Ortalama olarak, her 100 milyon milyar hücre bölünmesinden yalnızca biri habis çıkarak kansere yol açar. Kanser, kelimenin tam manasıyla kötü şanstır.

Hücrelerin mucizesi, nadiren hata yapmaları değil, onlarca yıl hiç tökezlemeden her şeyi sorunsuz yönetmeleridir. Bunu vücudun her tarafından durmaksızın mesaj alıp yollayarak (bir mesaj kakofonisiyle) yaparlar: talimatlar, sorular, düzeltmeler, yardım istekleri, güncellemeler, bölünmeleri mi yoksa ölmeleri mi gerektiğine dair haberleşmeler. Bu sinyallerin çoğu, hormonlar denilen kuryeler tarafından ulaştırılır. Tiroit ve endokrin bezleri gibi uzak mevzilerden bilgi aktaran insülin, adrenalin, östrojen ve testosteron gibi kimyasal maddelere hormon denir. Parakrin sinyalleşme denilen bir süreç sayesinde, beyinden ya da bölgesel merkezlerden adeta telgrafla ulaşan başka mesajlar da vardır. Son olarak, hücreler eylemlerinin eşgüdümlü yürüdüğüne emin olmak için komşularıyla direkt iletişim kurarlar.

Bu konunun belki de en çarpıcı yanı, bütün bunların temel çekim ve itim kuralları dışında hiçbir şey tarafından yönetilmeyen sonsuz bir tesadüfler zincirinden, rasgele meydana gelen akıl almaz eylemlerden ibaret olması. Hücresel eylemlerden hiçbirinin arkasında düşünen bir varlığın olmadığı çok açık. Her şey kendiliğinden oluyor, sorunsuzca ve tekrar tekrar. Üstelik öyle güvenilir bir şekilde oluyor ki, olduğunun bilincine dahi nadiren varıyoruz. Ve her nasılsa, bütün bunlar yalnızca hücre içinde düzen sağlamakla kalmıyor, organizma bütününde mükemmel bir uyum da yaratıyor. Yeni yeni anlamaya başladığımız yollarla, trilyonlarca refleksif kimyasal reaksiyon bir araya gelip, hareket eden, düşünen, karar veren bir varlığı, yani sizi, ya da hatta, oldukça az düşünen ama yine de inanılmaz derecede iyi örgütlenmiş bir bokböceğini oluşturuyor. Unutmayın, her canlı varlık bir atom mühendisliği harikasıdır.

Hatta, ilkel bulup burun kıvırdığımız bazı organizmalar, insan ırkına parmak ısırtan bir hücresel örgütlenme düzeyinden yararlanıyor. Bir süngeri kalburdan geçirerek hücrelerine ayırdıktan sonra hepsini bir solüsyona atarsanız, hücreler gerisingeriye bir araya gelerek yeni baştan sünger halini alır. Bunu onlara kaç defa yaparsanız yapın her defasında inatla bir araya geleceklerdir. Çünkü sizin gibi, benim gibi ve başka her canlı gibi onların da tek bir karşı konulmaz dürtüsü vardır: varlıklarını sürdürmek.

İşte bütün bunlar, kendisi canlı bile olmayan ve çoğu zaman hiçbir işe el sürmeyen, tuhaf, kararlı, yok denecek kadar az tanıdığımız bir molekülün

başının altından çıkar. Biz ona DNA deriz ve onun bilim açısından ve bizim açımızdan taşıdığı büyük önemi anlamaya başlamak için 160 yıl öncesine uzanıp Viktorya İngiltere’sine gitmemiz ve doğabilimci Charles Darwin’in “gelmiş geçmiş tek en iyi fikir” diye nitelendirilen şeyi akıl ettiği ve sonra da, biraz açıklama gerektiren sebeplerden ötürü, sonraki on beş yıl boyunca bir çekmecede kilitli tuttuğu zamana geri dönmemiz gerekiyor.

25

DARWIN’İN BENZERSİZ FİKRİ

1859 yazı sonlarında ya da güzü başlarında, saygın Ingiliz dergisi *Quarterly Review'un* editörü Whitwell Elwin’e doğabilimci Charles Darwin’in yeni bir kitabının protokol kopyası ulaştırıldı. Elwin kitabı ilgiyle okudu ve övgüye değer nitelikleri olduğunu kabul etti, ama mevzunun geniş bir okuyucu kitlesinin ilgisini çekemeyecek kadar dar olmasından endişe ediyordu. Darwin’i bunun yerine güvercinler hakkında bir kitap yazmaya teşvik etti. “Güvercinlerle herkes ilgilenir,” diye fikir verdi yardımseverce.

Darwin, Elwin’in bilgece öğüdüne kulak asmadı ve *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle far Life* (Doğal Seçme ya da Yaşanı Mücadelesinde Kayrılmış Irkların Korunması Yoluyla Türlerin Kökeni Üzerine) adlı kitabı Kasım 1859 sonlarında yayınlanarak on beş şilinden satışa sunuldu. Kitabın l .250 adetlik ilk baskısı bir günde tükendi ve o gün bugündür ne baskısı durdu, ne de hakkındaki tartışma sona erdi. Öbür büyük merakı yersolucanları olan ve hayatında bir kez olsun düşünmeden karar verip deniz yoluyla dünyayı dolaşmaya kalkmasa belki ancak yersolucanlarına merakıyla ünlü anonim bir taşra papazı olarak ömür tüketecek olan bir adam için hiç fena değil doğrusu.

Charles Robert Darwin, 12 Şubat 1809’da[6] Orta İngiltere’nin batısında, sakin bir pazar kasabası olan Shrewsbury’de doğdu. Babası hali vakti yerinde, saygın bir fizikçiydi. Charles henüz sekiz yaşındayken ölen annesiyse, ünlü seramikçi Josiah Wedgwood’un kızıydı.

Darwin yetiştiriliş tarzının her avantajından yararlandı, ama pek parlak olmayan akademik performansıyla dul babasını sürekli üzüyordu. “Avlanmaktan, köpeklerden, fare yakalamaktan başka bir şey görmüyor gözün. Kendini de aileni de rezil rüsva edeceksin,” diye yazdı babası, Darwin’in çocukluğunu konu olan her anlatıda mutlaka karşımıza çıkan satırlarla. Doğa tarihine hevesli olduğu halde, babasının hatın için Edinburgh Üniversitesi’ne gidip tıp okumayı denedi, ama kan ve ıstırap görmeye dayanamadı. Acısından haklı olarak inim inim inleyen bir çocuğun ameliyatına tanıklık edince kalıcı bir travma yaşadı. (O zamanlar anestezi diye bir şey yoktu tabii.) Tıbbı bırakıp hukuka el attı, ama onu da dayanılmaz sıkıcı buldu ve nihayet, tabii biraz da çaresizlikten, Cambridge’in ilahiyat fakültesinden mezun olmayı başardı.

Görünüşe bakılırsa bir taşra kilisesinde ömür tüketecekti artık. Derken, hiç beklenmedik bir anda, daha cazip bir teklif çıktı karşısına. Damin kraliyet gemisi *HMS* Beagle’la bir keşif yolculuğuna çıkmaya davet ediliyordu. Rütbesi dolayısıyla aşağı tabakadan insanlarla muhatap olmaktan kaçınan kaptan Robert Fitzroy’a akşam yemeklerinde refakat etmek, Darwin’in öncelikli vazifesi olacaktı. Tuhaf bir adam olan Fitzroy, Damin’i biraz da bunun şeklini beğendiği için seçmişti. (İnancına göre bu burun karakter derinliğine alamet ederdi.) Darwin, Fitzroy’un ilk tercihi değildi, ama asıl tercih ettiği kişi geziye katılmaktan vazgeçince, Daıwin’e gün doğmuştu. Yirmi birinci yüzyıl perspektifinden bakarsak, bu iki adamın en dikkat çekici ortak özellikleri aşın genç olmalarıydı. Denize açıldıklarında Fitzroy yalnızca yirmi üç, Damin ise sadece yirmi iki yaşındaydı.

Fitzroy’un resmi görevi kıyı sularını haritalamaktı, ama hobisi, daha doğrusu tutkusu, gerçeğe uygun, Kutsal Kitap’la çelişmeyen bir yaratılış yorumu için kanıt aramaktı. Damin’in papazlık öğrenimi görmüş olması, Fitzroy’un onu gemiye almaya karar vermesinin başlıca sebebiydi. Sonradan Damin’in hür fikirli biri olmakla kalmayıp, Hıristiyanlığın temel kurallarına bile fazla aldırış etmediği anlaşılınca, aralarında kalıcı bir sürtüşme başlayacaktı.

Daıwin’in *HMS* Beagle’da geçirdiği vakit (1831’den 1836’ya kadar), şüphesiz hayatının en şekillendirici deneyimi oldu, ama aynı zamanda en

külfetli dönemlerinden biriydi. Kaptanla küçük bir kamarayı paylaşıyordu, ki bu çok kolay olmasa gerekti, çünkü Fitzroy boyuna öfke nöbetleri geçirip, ardından günlerce inatla küs kalan biriydi. Daıwin'le ikisi sık sık kavga ederlerdi. Bu kavgalardan bazılarında Fitzroy, Damin'in sonradan anımsayacağı gibi, "cinnet geçirmişe" dönerdi. Okyanus yolculuklarının en iyisi bile çoğu insanı melankoliye sürüklerdi. Mesela Beagle'ın bundan önceki kaptanı, kasvetli bir yalnızlık anında beynine bir kurşun sıkmıştı. Fitzroy da depresif içgüdüleriyle tanınmış bir aileden geliyordu. Amcası Vikont Castlereagh, on yıl kadar önce Maliye Bakanı olarak görev yaparken boğazını keserek intihar etmişti. (Fitzroy da 1865'te aynı yöntemle intihar edecekti.) Nispeten normal davrandığı dönemlerde bile Fitzroy'u tanımak adeta olanaksızdı. Damin, yolculuklarını tamamladıktan sonra Fitzroy'un uzun zamandır nişanlı olduğu genç bir kadınla neredeyse hiç vakit kaybetmeden evlendiğini öğrenince hayretler içinde kalmıştı. Daıwin'le yan yana geçirdiği beş sene boyunca, Fitzroy bir nişanlısı olduğunu bir kez olsun çıtlatrnamış, hatta kadının adını bile anmamıştı.

Bununla birlikte Beagle yolculuğu Darwin için başka her açıdan son derece başarılı geçti. Darwin maceraya doydu ve kendisini şana şöhrete kavuşturup yıllarca meşgul edecek sayıda örnek biriktirdi. Çok eski, devasa fosillerden oluşan ve şimdiye dek bilinen en güzel *Megatherium'u* da içeren muhteşem bir hazine buldu; Şili 'de korkunç bir depremden kurtuldu; (kaptana saygısında kusur etmeyerek *Delphinusfitzroyi* diye adlandırdığı) yeni bir yunus türü keşfetti; And Dağları'nda titiz ve yararlı jeolojik araştırmalar yaptı; mercanadalarının oluşumu konusunda yeni ve büyük beğeni toplayan bir kuram geliştirdi. Kuramında mercanadalarının bir milyon yıldan kısa sürede oluşamayacağını ileri sürüyordu. Bu elbette rastlantı değildi. Dünya süreçlerinin aşırı uzun zaman dilimleri içinde gerçekleştiğine evvelden beri inandığını gösteren ilk ipucuydu. 1836'da, yirmi yedi yaşındayken, beş sene iki gün ayn kaldığı evine geri döndü. Bir daha da İngiltere'den hiç ayrılmadı.

Darwin'in bu yolculukta yapmadığı tek şey, ünlü evrim kuramını (hatta herhangi bir evrim kuramını) ortaya atmak oldu. Önce şunu belirtmek lazım ki, 1830'larda evrim çoktan onlarca yıllık bir kavram halini almıştı. Darwin'in kendi dedesi Erasmus, evrim kurallarına olan saygısını "The Temple of Nature" (Doğanın Tapınağı) başlıklı şiirinde Charles'ın

doğumundan yıllar önce dile getirmişti. Yaşamın sonu gelmeyen bir mücadele olduğu ve bazı türleri başarılı, bazılarını başarısız kılan şeyin doğal seçme yasası olduğu fikri, genç Darwin'in kafasını ancak İngiltere'ye döndükten ve Thomas Malthus'un *Essay on the Principle* of *Population* (Nüfus İlkesi Üzerine Bir Deneme) başlıklı yapıtını okuduktan sonra kurcalamaya başladı. Malthus bu kitapta gıda maddelerindeki artışların matematiksel sebeplerden dolayı nüfus artışına asla yetişemeyeceğini ileri sürüyordu. Darwin'in düşüncesi, spesifik olarak şuydu: Tüm organizmalar kaynaklara ulaşmak için rekabet eder ve yaradılıştan gelen bir avantaja sahip olanlar başarıya ulaşıp, bu avantajı döllerine geçirirdi. Böylece türler durmaksızın iyileşirdi.

Bu son derece basit bir fikirmiş gibi görünüyor, ki zaten öyleydi, ama bir sürü şeye açıklama getiriyordu ve Darwin de bu fikre hayatını adamaya hazırdı. "Ne aptalım, bunu ben nasıl düşünemedim!" diye bağırmıştı T. H. Huxley, *On The Origin ofSpecies'i* okuduktan sonra. O gün bugündür tekrarlanan bir görüştür bu.

Ne ilginçtir ki, Darwin "survival of the fittest" (en iyi uyum sağlayan yaşar) ifadesini, (beğendiğini belirtmiş olmakla birlikte) hiçbir yapıtında kullanmamıştır. Bu ifade, *On The Origin ofSpecies'in* yayınlanmasından beş sene sonra, yani 1864'te, *Principles of Biology* (Biyolojinin İlkeleri) adlı yapıtta Herbert Spencer tarafından icat edildi. Darwin evrim sözcüğüne de *Origin'in* altıncı baskısına kadar yapıtlarında yer vermedi ve onun yerine "modifikasyonla aktarım" ifadesini tercih etti. Ama altıncı baskı yapıldığında evrim'in kullanımı karşı konulmaz derecede yaygınlaşmıştı artık. Daha da ilginci, Darwin'in Galapagos Adaları'nda geçirdiği süre zarfında ispinozların gagalarında fark ettiği ilginç bir çeşitlilikten esinlendiği görüşü de hiçbir şekilde doğru değildir. Hikâyenin geleneksel olarak anlatılan (ya da en azından birçoğumuz tarafından sıklıkla hatırlanan) şekli şöyledir: Darwin, o ada senin bu ada benim dolaşırken, her bir adada ispinoz gagalarının yerel kaynaklardan istifade etıneye fevkalade uygun biçimde tasarlandığını fark eder: Adanın birinde gagalar kalın, kısa ve yemiş kabuğu kırmaya elverişliyken, bir diğerinde uzun, ince ve kaya çatlaklarından yiyecek çıkarmaya elverişlidir. Darwin' e kuşların belki de bu özelliklerle yaratılmış olmadıklarını, bir bakıma kendi kendilerini yaratmış olduklarını düşündüren de bu olur.

Aslında, kuşlar kendi kendilerini yaratmışlardı yaratmasına, ama bunu fark eden kişi Darwin olmadı. *Beagle* yolculuğuna çıktığı zaman Darwin okuldan daha yeni mezun olmuştu ve henüz başarılı bir doğabilimci de değildi. Dolayısıyla Galapagos kuşlarının hepsinin aynı cinsten olduğunu anlayamadı. Darwin'in bulduğu çeşit çeşit kuşun farklı yeteneklere sahip ispinozlar olduğunu fark eden kişi, kuşbilimci arkadaşı John Gould oldu. Ne yazık ki tecrübesiz Darwin hangi kuşları hangi adalarda bulduğunu not etmemişti. (Kara kaplumbağaları konusunda da benzer bir hata yapmıştı.) İşin içinden çıkmak yıllarını aldı.

Bu gafletler yüzünden ve *Beagle* gezisinde toplanan başka bir sürü örneğin de düzene sokulması gerektiğinden, Darwin yeni kuramının temellerini atmaya ancak 1842'de, yani İngiltere'ye dönmesinden altı sene sonra başlayabildi. İki sene sonra notlarını 230 sayfalık bir "taslak" haline getirdi. Ve sonra akıl almaz bir şey yaptı: Taslağını çekmeceye kaldırdı ve sonraki on beş yıl boyunca başka şeylerle oyalandı: On çocuğa babalık yaptı. Neredeyse sekiz senesini sülükayaklılar hakkında teferruatlı bir kitap yazmaya adadı. (İşi bittiğinde "Sülükayaklılardan daha önce kimsenin etmediği kadar nefret ediyorum," diye iç geçirdi, haklı olarak.) Ona kronik bir keyifsizlik, halsizlik ve kendi ifadesiyle "tedirginlik" veren acayip rahatsızlıklara yenik düştü. Semptomlar hemen her zaman berbat bir mide bulantısı içeriyor ve hastalığa genellikle çarpıntılar, migrenler, bitkinlik, titreme, göz önünde benekler oluşması, nefes darlığı, baş dönmesi ve gayet tabii depresyon eşlik ediyordu.

Hastalığın sebebi hiçbir zaman saptanamadı, ama ileri sürülen birçok olasılığın en romantiği ve belki de en mantıklısı, Darwin'in Chagas hastalığına yakalanmış olduğudur. Chagas hastalığı, onun Güney Amerika'da bir Benchuga böceğinin ısırığından almış olabileceği, yavaş ilerleyen tropik bir illettir. Bu kadar romantik olmayan bir diğer açıklamaya göreyse, Darwin'in durumu psikosomatikti. Her halükarda, çektiği ıstırap gerçekti. Çoğu zaman aralıksız yirmi dakikadan fazla çalışamaz, bazen onu da yapamazdı.

Geri kalan zamanının çoğunu giderek umutsuzlaşan bir dizi tedaviye ayırırdı: buzlu su teknelerine girip çıkmalar, sirke banyoları, küçük elektrik şokları. Neredeyse münzevi hayatı yaşıyor, Kent'in Down House

bölgesindeki evinden nadiren çıkıyordu. Bu eve taşındıktan sonra yaptığı ilk işlerden biri, ziyaretçilerini yaklaşmadan tanıyabilmek ve gerekirse onlardan kaçabilmek için çalışma odasının penceresi önüne bir ayna dikmek olmuştu.

Darwin kuramını kendine saklıyordu, çünkü nasıl bir fırtına koparacağını gayet iyi biliyordu. 1844'te, yani notlarını ortalıktan kaldırdığı sene, *Vestiges of the Natural History of Creation* (Yaratılışın Doğal Tarihinin İzleri) adlı bir kitap düşünce dünyasının büyük kesimini öfkeyle ayağa kaldırdı. Kitapta, insanların ilahi bir yaratıcının yardımı olmadan daha aşağı düzeydeki primatlardan evrimleşmiş olabilecekleri ileri sürülüyordu. Kopacak kıyameti önceden gören yazar, akıllılık edip kimliğini saklamıştı. Sonraki kırk yıl boyunca, bunu en yakın arkadaşlarından bile sır gibi gizleyecekti. Kimileri yazarın Darwin'in kendisi olabileceğini düşündü. Kimileri Prens Albert'tan şüphelendi. Halbuki yazar, Robert Chambers adında başarılı ve genellikle iddiasız bir İskoç yayımcıydı ve kendini ön plana çıkarmak istememesinin kişisel olduğu kadar pratik bir sebebi de vardı: Şirketi kutsal kitapların başlıca yayımcılarından biriydi. *Vestiges* Britanya'nın dört bir yanında din adamları tarafından şiddetle lanetlendi, ama bilim camiasından da oldukça geniş bir kesimin öfkesini üzerine çekti. *Edinburgh Review* bir sayısının neredeyse tamamını (seksen beş sayfasını) bu kitabı yerden yere vurmaya ayırdı. Evrime inanan T. H. Huxley bile, yazarın bir dostu olduğundan habersiz, kitabı sert bir dille kınadı.[7]

1858 yazı başlarında Uzakdoğu'dan gelen ürkütücü bir darbe Darwin'i telaşlandırmasaydı, elyazması kitabı ölümüne dek çekmecesinde saklı kalabilirdi. Bu darbe, Alfred Russel Wallace adında genç bir doğabilimcinin samimi mektubunu ve *On the Tendency ofVarieties to Depart Indefinitely from the Original Type* (Çeşitlerin Orijinal Tipten Belirsizce Ayrılma Eğilimleri Üzerine) başlıklı bildiri taslağını içeren bir paket halinde gelmişti. Bildiride Darwin'in gizli notlarına esrarengiz biçimde benzeyen bir doğal seçme yasası ana hatlarıyla anlatılıyordu.

Cümlelerden bile bazıları Darwin'inkilerle aynıydı. "Ben bundan daha çarpıcı bir tesadüf görmedim," diye düşündü Darwin, dehşetle. "Wallace

benim 1842'de hazırladığım elyazması taslağımı eline geçirmiş olsa, bundan daha iyi bir özetini çıkaramazdı."

Wallace'ın Darwin'in hayatına girişi, kimi zaman ima edildiği kadar beklenmedik olmamıştı. İkisi çoktandır yazışmaktaydılar ve Wallace, Darwin'in ilgisini çekebileceğini düşündüğü örnekleri ona birkaç defa cömertçe yollamıştı. Bu mektuplaşma süreci sırasında Darwin, türlerin yaratılışı mevzuuna kendi alanı gözüyle baktığı konusunda Wallace'ı büyük bir basiretle uyarmıştı. "Türlerin & çeşitlerin birbirlerinden nasıl & ne biçimde farklı olduğuna dair notlarım için ilk defterimi açalı bu yaz 20 yıl (!) olacak," diye yazmıştı Wallace'a bir süre önce. "Şu sıralar eserimi yayına hazırlıyorum," diye eklemişti, aslında öyle bir şey yapmadığı halde.

Her halükarda, Wallace onun kendisine ne demeye çalıştığını kavrayamadı. Kendi kuramının Darwin'in dile kolay yirmi yıldır geliştirmekte olduğu kuramla neredeyse tıpatıp aynı olduğunu bilmesine de imkân yoktu tabii.

Darwin kahredici bir ikileme düşmüştü. Önceliğini korumak adına yapıtını apar topar yayınlatmaya kalksa, uzaklarda yaşayan bir hayranının masumca verdiği kozdan yararlanmış olacaktı. Centilmenliğin tartışmalı gereğini yerine getirip kenara çekilmeye kalksa, kendi başına ortaya koyduğu bir kuramdan feragat etmiş olacak, parsayı başkası toplayacaktı. Wallace'ın kuramı, Wallace'ın kendi itirafıyla, ani bir kavrayış anının sonucuydu; oysa Darwin'inki yıllar alan dikkatli, meşakkatli, yöntemsel bir düşünce sürecinin ürünüydü. Bu korkunç bir haksızlık olurdu.

Çektikleri yetmezmiş gibi, kendi adını verdiği en küçük oğlu Charles kızıl hastalığına tutulmuştu ve durumu kritikti. Krizin doruk noktası olan 28 Haziran günü, çocuk öldü. Darwin, oğlunun hastalığı yüzünden allak bullak olduğu halde, arkadaşları Charles Lyell ve Joseph Hooker'a birer mektup karalamaya vakit buldu. Mektuplarında kenara çekilmeyi öneriyor, ama böyle hareket etmenin bütün emeğini "bir işe yarayacak olsun ya da olmasın, çöpe atmak" anlamına geleceğine de dikkat çekiyordu. Lyell ve Hooker soruna ortayolcu bir çözüm buldular: Darwin'in ve Wallace'ın fikirlerini ortak bir özet halinde sunacaklardı. Bu iş için kararlaştırdıkları yer, o sıralar yüksek bir bilimsel makam olarak yeniden gündeme gelmenin bir yolunu bulmak için çırpınan Linnaean Society'nin bir toplantısıydı. [1]

Temmuz 1858'de Darwin'in ve Wallace'ın kuramı dünyaya duyuruldu. Toplantıya Darwin bizzat katılmamıştı. Toplantının gerçekleştiği gün, karısıyla birlikte oğlunu toprağa veriyordu.

Darwin ile Wallace'ınki, o akşamki yedi prezentasyondan biriydi. Bir diğeri de Angola'nın florası hakkındaydı. Aşağı yukarı otuz kişilik dinleyici topluluğu arasında asrın en flaş bilim olayına tanıklık ettiklerini sezenler olduysa bile, hiç belli etmediler. Sonrasında tartışma çıkmadı. Bu olay başka yerlerde de pek fazla ilgi çekmedi. Darwin'in sonradan neşeyle anlattığı gibi, yayınlanan bu iki bildiriye yalnızca bir kişi, Dublin'den Profesör Haughton diye biri değindi ve onun kanaati de "bildirilerde yer alan her yeni görüşün yanlış olduğu ve doğru olanın eskisi olduğu" yönündeydi.

Hâlâ Uzakdoğu'da yaşamakta olan Wallace'ın bu manevralardan çok geç haberi oldu, ama son derece hazımlı bir tutum sergileyerek, olayda adının geçmesinden bile kıvanç duymuş gibi gözüktü. Hatta bundan sonra kuramı her zaman "Darwinizm" diye andı.

Darwin'in öncelik iddiasına bu kadar kolay boyun eğmeyenler de vardı: Doğal seçme yasaları, her ne hikmetse, Patrick Matthew adında İskoç bir bahçıvana da mâlum olmuştu, hem de Darwin'in *Beagle'la* denize açıldığı aynı sene. Ne yazık ki, Matthew bu görüşlerini *Naval Timber and Arboriculture* (Gemi Kerestesi ve Ağaç Yetiştiriciliği) adlı bir kitapta yayınlamış ve yalnızca Darwin'in değil, bütün dünyanın gözünden kaçmayı başarmıştı. Matthew, Darwin'in aslında kendisine ait olan bir fikirle her yerde itibar kazanmaya başladığını görünce, *Gardener's Chronicle'a* bir mektup döşenerek ortalığı ayağa kaldırdı. Darwin hiç tereddüt etmeden özür diledi, ama şu sözlerini de kayda geçirtmekten geri kalmadı: "Bay Matthew'un görüşlerinin ne kadar kısaca verildiği ve Gemi Kerestesi ve Ağaç Yetiştiriciliği hakkındaki bir yapıtın Ekler bölümünde yer aldığı düşünülürse, ne benim, ne de başka bir doğabilimcinin bu görüşlerden haberdar olmaması sanırım kimseyi şaşırtmayacaktır."

Wallace, bir doğabilimci ve bir düşünür olarak emek vermeye elli yıl daha devam etti, zaman zaman çok da başarılı oldu, ama maneviyatçılık gibi, evrenin başka yerlerinde de yaşam olabileceği gibi gizemli konulara merak sarınca bilim dünyasında giderek gözden düştü. Böylece evrim

kuramı, aksini iddia eden de zaten olmadığından, yalnızca Darwin'in hanesine yazıldı.

Darwin fikirleri yüzünden vicdan azabı çekmekten kendini hiç alamadı. Kendinden "Şeytan'ın Vaizi" diye bahsetti ve kuramını açıklamanın "bir cinayeti itiraf etmeye" benzediğini söyledi. Her şey bir yana, çok sevdiği dindar karısını derinden yaraladığının farkındaydı. Yine de elyazması denemesini kitap uzunluğunda bir yapıt haline getirmek üzere derhal işe koyuldu. Yapıtını geçici olarak *An Abstract of an Essay on the Origin of Species and Varieties through Natural Selection* (Doğal Seçme Yoluyla Türlerin ve Çeşitlerin Kökeni Üzerine Yazılmış Bir Denemenin Özeti) diye adlandırdı. Yayımcısı John Murray bu başlığı o kadar soğuk ve eğreti buldu ki, yalnızca beş yüz kopya basmaya karar verdi. Ama elyazması biraz daha ilgi çekici bir adla eline geçer geçmez, Murray oturup tekrar düşündü ve ilk baskı adedini 1.250'ye çıkardı.

On The Origin of Species piyasaya çıkar çıkmaz ticari açıdan büyük başarı elde etti, ama eleştiri cephesinde durum biraz farklıydı. Darwin'in kuramı, çözümü zor iki sorunla karşı karşıyaydı. Lord Kelvin'in ayırmaya istekli olduğundan çok daha fazla zaman istiyordu ve fosil kanıtlarıyla hemen hiç desteklenmiyordu. Darwin'in daha düşünceli eleştirmenleri, kuramın açıkça öngördüğü ara geçiş formlarının nerede olduğu sorusunu yöneltiyorlardı ona. Madem ki durmadan yeni türler evrimleşmekteydi, fosil kayıtlarına geçmiş bir sürü ara form olmalıydı, ama yoktu.[8] Hatta, o zamanlar mevcut olan (ve sonra da uzun müddet değişmeyen) fosil kayıtları, meşhur Kambriyen patlama anına kadar hiç yaşam belirtisi göstermiyordu.

Ama şimdi Darwin diye biri çıkmış, elinde hiç kanıt olmadığı halde, ilk denizlerin mutlaka bol bol yaşam barındırmış olması gerektiğini ve bunu sadece şimdilik keşfedememiş olduğumuzu, çünkü her nedense bu canlıların fosil olarak muhafaza edilmediğini iddia ediyordu. Başka türlü olmasına imkân yok, diye ısrar ediyordu Darwin. "Bu mesele şimdilik izahsız kalmak zorunda; ve burada benimsenen görüşlere karşı geçerli bir argüman olarak ileri sürülebilir," diye dürüstçe hak veriyor, ama alternatif bir olasılığı dikkate almayı da reddediyordu. Açıklama olarak, özgün ama yanlış bir tahminle, belki de Prekambriyen denizlerin tortul birikimine

elvermeyecek kadar berrak olduğu ve bu yüzden hiç fosil muhafaza edemediği gibi bir görüş bildiriyordu.

Darwin’in en yakın arkadaşları bile onun bazı fütursuz savlarından yana rahatsızdılar. Cambridge’deyken Darwin’e ders veren ve 1831’de Galler’e yapılan bir jeoloji gezisine onu da götüren Adam Sedgwick, kitabın kendisine “keyiften çok kahır” verdiğini söylemişti. Ünlü İsviçreli paleontolog Louis Agassiz kuramı kötü bir varsayım diye kestirip atmıştı. Lyell bile “Darwin çok ileri gidiyor,” diye hayıflanmıştı.

T. H. Huxley, Darwin’in büyük jeolojik zaman dilimleri konusundaki ısrarından hoşlanmıyordu, çünkü o bir saltasyonist (sıçramacı), yani evrimsel değişimlerin yavaş yavaş değil, aniden oluştuğu fikrine inananlardandı. Saltasyonistlerin (bu sözcük “sıçrama”nın Latince’sinden gelir) komplike organların ağır ilerleyen aşamalarla ortaya çıkabileceğini kabul etmelerine imkân yoktu. Hem zaten bir kanadın onda biri ya da bir gözün yarısı ne işe yarardı? Böyle organlar ancak bitmiş vaziyette ortaya çıkmaları halinde manalıydı onlara göre.

Bu inanç Huxley gibi radikal görüşlü birinden pek beklenmeyen bir şeydi, çünkü ilk kez 1802’de İngiliz teolog William Paley tarafından öne sürülen ve tasarıma dayalı kanıt diye bilinen son derece muhafazakâr bir dinsel mefhumu çağrıştırıyordu. Paley’nin iddiasına göre, yerde bir cep saati bulursanız, daha önce hiç böyle bir şey görmüş olmasanız bile, onun zeki bir varlık tarafından yapılmış olduğunu bir bakışta anlardınız. Aynı şey, diye düşünüyordu Paley, doğa için de geçerliydi: Kompleksliği tasarımının kanıtıydı. On dokuzuncu yüzyılda güçlü bir nosyondu bu ve Darwin’in de huzurunu kaçırıyordu. “Gözün tasarımını aklıma getirdikçe sırtımdan soğuk soğuk terler boşanıyor hâlâ,” diye itiraf etti, bir dostuna yazdığı mektupta. Or/g/n’de, doğal seçmenin böyle bir organı aşamalı olarak üretebileceğini düşünmenin “akıl almaz derecede saçma göründüğünü peşinen kabul etmeliyim” diye hak veriyordu.

Yine de, destekçilerinin sürekli itirazlarına rağmen, Darwin bütün değişimlerin yavaş ve aşamalı olarak gerçekleştiği konusundaki ısrarını sürdürmekle kalmadı. Or/g/n’in neredeyse her baskısında, evrimin devamı için gerekli gördüğü zaman miktarını kademe kademe yükseltti ve böylece fikirlerinin giderek gözden düşmesine neden oldu. Sonunda da, bilim adamı

ve tarihçi Jeffrey Schwartz'a göre, "zamanın doğa tarihçileri vejeologları arasında artakalan yandaşlarının neredeyse bütün desteğini yitirdi."

Ne ilginçtir ki, Darwin kitabına On *The* Or/g/n *of Species* (Türlerin Kökeni Üzerine) adını verdiği halde, açıklayamadığı tek şey türlerin nasıl köklendiğiydi. Darwin'in kuramı bir türün nasıl daha güçlü, daha iyi ya da daha hızlı olabileceğini, yani nasıl daha iyi uyum sağlayabileceğini açıklayan bir mekanizma öneriyordu, ama bu mekanizmanın nasıl olup da yeni bir canlı türü yumurtlayabileceği konusunda hiç ipucu vermiyordu. İskoç bir mühendis olan Fleeming Jenkin bu sorunu ele alarak Darwin'in argümanında önemli bir hata yakaladı: Darwin bir nesilde ortaya çıkan her yararlı özelliğin sonraki nesillere aktarılacağına ve böylece türü güçlendireceğine inanıyordu.

Jenkin, bir ana ya da babadaki olumlu bir niteliğin sonraki nesillerde dominantlaşmayacağına, tam tersine karma kalıtım yoluyla seyreleceğine dikkat çekti. Bir bardak suya viski döktüğünüz zaman, viskiyi sertleştirmez, hafifleştirirsiniz. Bu seyreltilmiş solüsyonu başka bir bardak suya dökerseniz, viskiniz daha da hafifler. Aynı şekilde, bir ana ya da baba tarafından aktarılan her olumlu özellik, müteakip çiftleşmeler yoluyla art arda sulandırılacak ve sonunda ondan eser kalmayacaktır. İşte bu yüzden, Darwin'in kuramı bir değişim değil, istikrar reçetesiydi. Arada bir şansı yaver gidenler çıkabilirdi tabii, ama doğanın her şeyi sabit bir sıradanlığa geri döndüren genel dürtüsü karşısında çok geçmeden yok olurlardı. Doğal seçme yasasının işleyebilmesi için, farkına varılmamış, alternatif bir mekanizmanın var olması gerekiyordu.

Çözümün 1.200 kilometre ötede, Orta Avrupa'nın sakin bir köşesinde, Gregor Mendel adında çekingen bir keşiş tarafından bulunmakta olduğundan ne Darwin'in, ne de başka birinin haberi vardı.

Mendel 1822'de, şimdiki Çek Cumhuriyeti'nde, Avusturya Imparatorluğu'nun geri kalmış bir bölgesinde yaşayan mütevazı bir çiftçi ailesinin çocuğu olarak dünyaya geldi. Ders kitapları onu bir zamanlar, çoğu kere şansının yardımıyla buluşlar yapmış, manastırın mutfak bahçesinde bezelye bitkileriyle oyalanırken ilginç birtakım kalıtımsal özellikler fark etmiş, basit ama gözlemci bir taşra keşişi olarak tasvir ederdi. Oysa Mendel eğitimli bir bilim adamıydı. Olmütz Felsefe Enstitüsü'nde ve

Viyana Üniversitesi ’nde fizik ve matematik öğrenimi görmüştü. Elini attığı her işe bilimsel disiplin getirirdi. Dahası, 1843 ’ten itibaren yaşadığı Bmo’daki manastır, bir eğitim kurumu olarak tanınırdı. Yirmi bin kitaplık bir kütüphanesi ve köklü bir bilimsel araştırma geleneği vardı.

Deneylerine başlamadan önce Mendel, kontrol numunesi olarak yedi çeşit bezelye yetiştirmeye iki senesini ayırdı, çünkü onların doğru ürediğine emin olmak istiyordu. Sonra, tamgün çalışan iki asistan yardımıyla, 30.000 bezelye bitkisinin tohumlarını tekrar tekrar çaprazlayıp melez bitkiler üretti. Çok ince ve son derece külfetli bir işti bu: Tesadüfi çapraz-döllenmelerin oluşmasını engellemeleri, tohumların, tohum zarflarının, sapların ve çiçeklerin gelişim ve görünümündeki en ufak değişikliği kaydetmeleri gerekiyordu. Mendel ne yaptığını biliyordu.

Gen kelimesini hiç kullanmadı. Bu terim ancak 1 913’te, İngilizce bir tıp sözlüğünde icat edildi. Ama *dominant* (baskın) ve *resesif* (çekinik) terimleri Mendel’in buluşuydu. Her tohumun, biri dominant, biri resesif olmak üzere iki “faktör” ya da onun tabiriyle “element” içerdiğini ve bu faktörlerden oluşan kombinasyonların tahmini mümkün kalıtım modelleri ürettiğini saptamıştı.

Sonuçlarını kesin matematiksel formüllere aktardı. Mendel bu deneylerle toplam sekiz sene uğraştıktan sonra sonuçlarını çiçekler, mısır ve diğer bitkiler üzerinde yaptığı benzer deneylerle doğruladı. Belki tek kusuru, yaklaşımında *fazla* spesifik olmasıydı. Nitekim, bulgularını 1865’te Bmo’daki Doğa Tarihi Derneği ’nin Şubat ve Mart toplantılarında açıkladığı zaman, orada bulunan yaklaşık kırk kişi onu kibarca dinledi, ama belli ki hiç etkilenmedi. Halbuki bitki yetiştiriciliği birçok üye için son derece pratik bir ilgi alanıydı.

Bildirisi yayınlandığı zaman Mendel, İsviçreli botanikçi Karl-Wilhelm von Nâgeli’ye heyecanla bir kopya gönderdi. Çünkü Nâgeli’nin desteği, kuramının geleceği açısından az çok hayati bir önem taşıyordu. Nâgeli ne yazık ki Mendel’in bulguladığı şeyin önemini kavrayamadı. Mendel’e tımakotunu denemesini önerdi. Mendel itaatkârca Nâgeli’nin dediğini yaptı, ama tımakotunun kalıtım çalışmaları için gereken temel özelliklerden hiçbirine sahip olmadığını çabucak anladı. Nâgeli’nin bildiriyi dikkatle okumadığı, hatta belki de hiç okumadığı çok açıktı. Hevesi kınlan Mendel,

kalıtımsallığı araştırmaktan vazgeçti ve hayatının geri kalan kısmını göz alıcı bitkiler yetiştirerek ve arılan, fareleri, güneş lekelerini ve daha pek çok şeyi inceleyerek geçirdi. Sonunda manastırın başrahipliğine atandı.

Mendel'in bulguları kimi kaynaklarda ima edildiği kadar yaygın bir ihmale uğramadı. Çalışmaları, o zamanlar şimdi olduğundan daha hatırı sayılır bir bilimsel düşünce kaynağı olan *Britannica Ansiklopedisi'nde* çok geniş yer buldu ve Alman Wilhelm Olbers Focke'nin önemli bir bildirisinde defalarca bahsi geçti. Aslına bakarsanız, Mendel'in fikirleri bilimsel düşünce denizinin dibine asla tamamen çökmediği, hep yüzeyde kaldığı içindir ki, dünya onlara hazır olduğunda bu kadar kolay bulunup kurtarılabildiler.

Darwin ile Mendel, farkında olmadan el ele vererek, yirminci yüzyılın bütün yaşam bilimlerine zemin hazırladılar. Darwin tüm canlı varlıkların akraba olduğunu ve hepsinin "tek bir ortak atadan" zamanla çeşitlenerek ortaya çıktığını anlarken, Mendel'in çalışmaları bunun nasıl olabildiğini açıklayan mekanizmayı temin etti. Bu iki adam isteseler kolaylıkla yardımlaşabilirlerdi. Mendel'in elinde *Origin of Species'in* Almanca bir baskısı vardı ve kitabı okuduğu da bilindiğine göre, çalışmasının Darwin'inkine uygulanabilirliğini fark etmiş olmalıydı. Ama görünüşe bakılırsa onunla temasa geçmek için hiçbir girişimde bulunmadı. Öte yandan Darwin'in de Focke'nin prestijli bildirisini incelemiş olduğu biliniyor. Demek ki Mendel'in bildiride defalarca bahsi geçen çalışmasından haberdardı, ama o da bunu kendi çalışmasıyla bağlantılandırmadı.

Herkes insanların maymunlardan türediği görüşünün Darwin'in argümanında yer aldığını zanneder, halbuki onun tek bir kinaye dışında hiçbir sözünde böyle bir iddia yoktu. Buna karşın, Darwin'in kuramlarında insanın gelişimine ilişkin imalar görmek için hayal gücünüzü fazla zorlamanız gerekmezdi, nitekim bu imalar derhal tartışmalara yol açtı.

Dananın kuyruğu, 30 Haziran 1860'ta, Oxford'daki İngiliz Bilim Geliştirme Demeği'nin bir toplantısında koptu. Huxley bu toplantıya katılmaya *Vestiges of the Natural History of Creation'vn* yazarı Robert Chambers tarafından teşvik edilmişti, ama Chambers'ın o tartışmalı kitapla bağlantısından hâlâ habersizdi. Darwin her zamanki gibi orada değildi.

Toplantı Oxford Zooloji Müzesi’nde gerçekleşiyordu. Binden fazla insan salonu hıncahınç doldurmuş, yüzlercesi kapıdan geri çevrilmişti. İnsanlar çok büyük bir olay çıkacağını biliyorlardı, ama önce New York Üniversitesi’nden John William Draper adında, insanın uykusunu getiren bir konuşmacının “Bay Darwin’in Görüşleri Işığında Avrupa’nın Entelektüel Gelişimi” konusunda iki saatlik bir açılış konuşması yapmasını beklemek zorundaydılar.

Nihayet, Oxford Piskoposu Samuel Wilberforce söz aldı. Wilberforce, ateşli bir anti-Darwinci olan Richard Owen tarafından önceki akşam evinde ziyaret edilmiş ve geniş bir brifingle aydınlatılmıştı (ya da genelde böyle olduğu varsayılır). Sonu kargaşayla biten hemen her olayda olduğu gibi, salonda neler olup bittiği konusunda birbirinden çok farklı rivayetler vardır. En popülerlerinden birine göre, Wilberforce hızını alamayıp alaycı bir gülümsemeyle Huxley’ye döndü ve maymunlarla akrabalığının büyükanne tarafından mı yoksa büyükbaba tarafından mı geldiğini sordu. Bu söz kuşkusuz şaka yollu söylenmişti, ama buz gibi bir meydan okuyuş olarak algılandı. Huxley, kendi ifadesine göre, yanındakine dönüp “Tanrı onu ellerime düşürdü işte,” diye fısıldadıktan sonra, iştahla ayağa kalktı.

Öte yandan, Huxley’nin sinirden tir tir titrediğini anımsayanlar da var. Her halükarda Huxley, ciddi bilimsel tartışmalara sahne olması gereken bir mecliste nüfuzunu cahilce zırvalamak için kullanan birinin akrabası olmaktansa bir maymunun akrabası olmayı yeğleyeceğini söyleyerek karşılık verdi. Bu çıkış, Wilber-force’un makamına hakaret olduğu kadar, skandal yaratacak bir terbiyesizlikti. Ortalık bir anda karıştı. Lady Brewster diye bir kadın bayıldı. Yirmi beş yıl önce Darwin’le birlikte *Beagle* yolculuğuna çıkan Robert Fitzroy elindeki Kutsal Kitap’ı havaya kaldırıp, “Kitap, Kitap,” diye bağırarak salonda dolaştı. (Yeni açılan Meteoroloji Müdürlüğü’nün yöneticisi sıfatıyla fırtınalar hakkında bir bildiri sunmak için oradaydı.) İşin ilginç yam, sonradan ikisi de diğerini kışkırttığını iddia etti.

Darwin maymunlarla akrabalığımıza olan inancını nihayet 1871 ’de *The Descent of Man* (İnsanın Türeyişi) adlı yapıtında açığa vurdu. Bu cesaret isteyen bir iddiaydı, çünkü fosil kayıtlarında böyle bir mefhumu destekleyen hiçbir şey yoktu. Zamanın bilinen yegâne insan kalıntıları,

Almanya’dan çıkarılan meşhur Neandertal kemikleri ve kaynağı meçhul birkaç çene kemiği parçasıydı, ki birçok saygın otorite onların eskiliğine bile inanmayı reddediyordu. *The Descent of Man* kesinlikle daha tartışmalı bir kitaptı, ama yayınlandığı sıralar dünya eskisi kadar kolay heyecanlanmaz olmuştu ve kitaptaki iddialar çok büyük çıngar kopartmadı.

Bununla birlikte Darwin, son yıllarından çoğunu, doğal seçmeye dokunmadan teğet geçen farklı projelerle uğraşarak geçirdi. Tohumların kıtalar arasında nasıl yayıldığını anlayabilmek için kuş pislikleri toplayıp muhteviyatlarını incelemeye şaşılacak derecede uzun vakitler ayırdı. Solucanların davranışlarını da yıllarca inceledi. Deneylerinden birinde solucanlara piyano çalıyordu: eğlensinler diye değil tabii, ses ve titreşimin onlar üzerindeki etkisini incelemek için. Solucanların toprak verimi açısından ne hayati bir önem taşıdığını anlayan ilk kişi oldu. “Dünya tarihinde bu denli önemli bir rol oynamış başka çok fazla hayvan bulunduğuna şüpheyle bakılabilir,” diye yazdı, bu konudaki başyapıtı olan ve aslında *On The Origin of Species'âen* çok daha büyük ilgi gören *The Formation of Vegetable Mould Through the Action of JVorms’da* (Solucanların Etkinliğiyle Bitkisel Küf Oluşumu, 1881). Diğer kitapları arasında, *On the Various Contrivances by Which British and Foreign Orchids Are Fertilised by Insects* (İngiltere ve Başka Ülkelerdeki Orkidelerin Böcekler Aracılığıyla Döllenme Yolları Üzerine, 1862), piyasaya çıktığı gün neredeyse 5.300 satan *Expressions of the Emotions in Man and Animals* (İnsan ve Hayvanlarda Duyguların İfadesi, 1872), aynı kavrayışlarla yola çıkmadığı halde, Mendel’in çalışmalarına akıl almaz derecede yakınlaştığı *The Effects of Cross and Self Fertilization in the Vegetable Kingdom* (Bitkiler Dünyasında Çapraz ve Kendi Kendine Döllenmenin Etkileri, 1876) ve son kitabı *The Power of Movement in Plants* (Bitkilerde Hareket Gücü) sayılabilir. Bütün bunlara ek olarak, yakın akrabalar arasındaki çiftleşmelerin sonuçlarını incelemek için de olağanüstü gayret sarf etti, çünkü bu onun özel ilgi alanına giriyordu. Öz yeğeniyle evli olan Darwin, çocuklarında ortaya çıkan birtakım fiziksel ve zihinsel arazların aile ağacındaki çeşitlilik eksikliğinden kaynaklanıyor olabileceğinden şüphelenmişti.

Darwin hayatı boyunca sık sık onurlandırıldı, ama asla *On The Origin of Species* ya da *The Descent of Man* için değil. Royal Society onu en

prestijli ödülü olan Copley Madalyası’na evrim kuramlarından dolayı değil, jeoloji, zooloji ve botanik alanlarındaki başarılarından dolayı layık görmüştü. Linnaean Society de aynı şekilde, Darwin’in radikal fikirlerini benimsemediği halde, onu seve seve onurlandırmıştı. Darwin, Westminster Abbey’ye (Newton’ın yanına) gömülmesine karşın, asla Sir unvanıyla ödüllendirilmedi. Nisan 1882’de Down’da öldü. İki sene sonra da Mendel hayata gözlerini yumdu.

Darwin’in kuramı ancak 1930’larda ve 1940’larda, biraz ukalaca bir anlayışla Modem Sentez diye adlandırılan rafine bir kuramın geliştirilmesiyle geniş çapta kabul gördü. Bu kuram Darwin’in fikirlerini Mendel’inkilerle ve başkalarınınkilerle birleştiriyordu. Mendel’in değeri daha erken anlaşılmakla birlikte, takdir edilmek ona da ölümünden sonra nasip oldu. 1900’de Avrupa’da birbirinden habersiz çalışan üç bilim adamı Mendel’in çalışmalarını hemen hemen aynı anda yeniden keşfetti. Neyse ki içlerinden biri (Hugo de Vries adında bir Hollandalı) Mendel’in fikirlerini kendine mal etmeye kalktı da, bir rakibi çıkıp bu başarının gerçek sahibinin unutulmuş bir rahip olduğunu cümle âleme ilan etti.

Dünya buraya nasıl geldiğimizi ve nasıl ürediğimizi anlamaya neredeyse hazırdı, ama biraz daha zamana ihtiyaç vardı. Yirminci yüzyıl başlarında ve sonra da uzunca bir müddet daha, dünyanın en akıllı bilim adamlarının bile bebeklerin nereden geldiğini doğru dürüst açıklayamadıklarını düşünmek hayret verici doğrusu.

Üstelik bunlar, sizin de hatırlayacağınız gibi, bilimin son noktaya neredeyse vardığı görüşünü savunan adamlardı.

1

Mesela insanlar, eucarya (ökaryotlar) domain’inden, animalia (hayvanlar) âleminden, chordata (kordalılar) filumundan, vertebrata (omurgalılar) altfilumundan, mammalia (memeliler) sınıfından, primatlar (maymunlar) takımından, hominidae (insansılar ya da insangiller) familyasından, *Homo* cinsinden, *sapiens* türündendir. (Aldığım bilgiye göre, cins ve tür adlarını italik yazmak âdettenken, daha yüksek bölümler için böyle bir standart yoktur.) Bazı taksonomi uzmanları, kabile, alttakım gibi başka altbölümlere de yer verirler.

2

Filum ya da cins gibi zoolojik kategoriler için genel olarak kullanılan sözcük.

51

akar: kene ve uyuzböceği gibi, organik maddelere dadanan, çok küçük, örümceğimsi böceklerin ortak adı. (ç.n.)

3

Hijyenle ilgili bazı hususlarda iyileşeceğimize kötüleşiyoruz aslında. Dr. Maunder, yeni çıkan makine deteıjanları sayesinde çamaşırların düşük sıcaklıklarda yıkanmaya başlanmasının böcekleri çabucak üremeye sevk ettiğine inanıyor. Şöyle diyor: “Bitli giysileri düşük sıcaklıklarda yıkarsanız, sadece daha temiz bitieriniz olur.”

4

Üstelik gelişim süreci içinde oldukça fazla hücre kaybı olur, dolayısıyla kaç hücreyle ortaya çıktığınız aslında yalnızca bir tahminden ibarettir. Başvurduğunuz kaynağa bağlı olarak bu sayı büyük ölçülerde farklılık gösterebilir. On bin trilyon (ya da on katrilyon), Margulis ile Sagan’ın *Microcosmos* adlı kitabından alınmış bir rakamdır.

5

Leeuwenhoek tanınmış bir diğer Felemenkli şahsiyet olan ressam Jan Vermeer’in yakın dostuydu. Önceleri yetenekli ama dikkat çekmeyen bir ressam olan Vermeer, ışık ve perspektifteki dillere destan ustalığını 1660’ların ortalarında ansızın geliştiriverdi. Asla kanıtlanamamış olsa da, onun bir camera obscura (görüntünün izdüşümünü bir lens içinden geçirerek yassı bir yüzeye düşürmeye yarayan karanlık kutu) kullandığından uzun müddet şüphelenildi. Ölümünden soma Vermeer'in özel eşyaları arasından böyle bir aygıt çıkmadı, ama tesadüfbu ya, Vermeer’in vasiyet hükümlerini yerine getiren kişi Antoni van Leeuwenhoek’ten başkası değildi, zamanın en ketum mercek yapımcısı yani.

6

Tarihte uğurlu bir gün: Aynı Kentucky'de Abraham Lincoln doğmuştu.

7

Darwin yazarın kimliğini doğru tahmin eden birkaç kişiden biriydi. Darwin'in tesadüfen Chambers'ı ziyaret ettiği bir gün, Vestiges'ın altıncı baskısının protokol kopyası Chambers'ın eline ulaştı. Chambers, Darwin'in yanında tashihleri büyük bir dikkatle gözden geçirerek yakayı ele verdi, ama iki adam bu konuyu aralarında konuşmadılar anlaşılan.

8

Tesadüfen 1861'de, ihtilafın ayyuka çıktığı bir dönemde, Bavyera'da antik bir *Archaeopteıyx'in* kemikleri işçiler tarafından bulununca, tam da böyle bir kanıt elde edilmiş oldu. *Archaeopteryx* yarı-kuş yarı-dinozor bir yaratıktı. (Kuşlara özgü tüyleri vardı, ama aynı zamanda dişleri de vardı.) Bu gayet etkileyici ve faydalı bir buluştu ve önemi çok tartışıldı, ama tek bir keşfin belirleyici olması beklenemezdi.

50

İngilizce' de fornication zina anla mına gelir. (ç.n.)

26

YAŞAMIN ÖZÜ

Annenizle babanız, daha farklı bir zamanda, belki bir saniye, belki bir nanosaniye farkla birleşmiş olsalardı, siz burada olmayacaktınız. Büyükannelerinizle büyükbabalarınız doğru zamanlarda birleşmiş olmasalardı, siz yine burada olmayacaktınız. Büyük büyükannelerinizle büyük büyükbabalarınız ve daha evvelki büyükninelerinizle büyükdedeleriniz doğru zamanlarda birleşmiş olmasalardı, siz tabii ki yine burada olamayacaktınız.

Zamanda geriye doğru gittikçe, atalarınıza olan borçlarınız katlanarak büyümeye başlar. Yalnızca sekiz nesil geriye, Charles Darwin'in ve Abraham Lincoln'ın doğdukları zamanlara geri döndüğünüzde, varoluşunuz 250'den fazla insanın doğru zamanlarda çiftleşmesine bağlıdır. Daha da geriye gidip Shakespeare 'in ve *Mayjlower* göçmenlerinin zamanına döndüğünüzde, sonunda mucizevi bir biçimde sizi doğuracak olan sürece canla başla hizmet ederek genetik malzeme alışverişinde bulunan atalarınızın sayısı 16.384'ten az değildir.

Yirmi nesil önce, siz doğabilesiniz diye üreyen insanların sayısı 1.048.576'ya yükselir. Yirmi beş nesil önce, varoluşunuz en az 33.554.432 erkek ve kadının paylarına düşeni yaparak çiftleşmesine bağlıdır. Otuz nesil önce, atalarınızın toplam sayısı bir milyarı aşmıştır; net konuşmak gerekirse, l.073.741.824'tür. (Unutmayın, burada kuzin ve kuzenlerden, teyzelerden, halalardan ve diğer uzak akrabalardan değil, sonunda kaçınılmaz olarak sizi üretecek olan soyun anne ve babalarının anne ve babalarından bahsediyoruz.) Altmış dört nesil geriye, Romalılar zamanına giderseniz, işbirlikçi çabalarıyla nihai varoluşunuzu belirleyen insanların sayısı yaklaşık olarak l ,000.000.000.000.000.000'u bulur: yani tarih boyu yaşamış toplam insan sayısının birkaç bin misli.

Hesabımızın burasında bir yanlışlık olduğu besbelli. Ne kadar ilginizi çeker bilmem ama, sorun soyunuzun saf olmamasından kaynaklanır. Günümüzde akıllıca bir tedbirle yasaklanmış olmakla birlikte bir miktar ensestin, hatta bir hayli ensestin yardımı olmasaydı, şimdi burada

olamazdınız. Soyunuzda bu kadar çok sayıda ata olduğuna göre, geçmişte anne tarafından birçok akrabanız baba tarafından birçok uzak akrabanızla birleşip üremiş olmalı. Hele şu anda kendi ırkınızdan ve kendi ülkenizden biriyle birlikteyseniz, eşinizle belli bir düzeyde akraba olma ihtimaliniz son derece yüksek. Hatta, bir otobüste, parkta, kafede ya da herhangi bir kalabalık yerde etrafınıza baktığınızda gördüğünüz insanların *çoğu* büyük bir olasılıkla akrabanız. Anlayacağınız, Fatih William'ın ya da *Mayflower* göçmenlerinin torunu olmakla böbürlenen birine rastlarsanız, ona derhal şöyle cevap vermelisiniz: "Ben de öyleyim!" Hepimiz, kelimenin tam anlamıyla aileyiz.

Ayrıca ne gariptir ki birbirimize çok benzeriz. Genlerinizi başka herhangi bir insanın genleriyle karşılaştırırsanız, ortalama yüzde 99,9 oranında aynı çıkacaktır. Bizim bir tür olmamızı sağlayan da budur. Geri kalan yüzde 0,1 oranındaki minik farklılıklar (geçtiğimiz yıllarda Nobel Ödülü kazanan İngiliz genetikçi John Sulston'ın sözleriyle "kabaca her bin nükleotid bazdan biri") bize bireyselliğimizi kazandıran şeydir. Son zamanlarda insan genomunun çözülmesi yolunda hayli ilerleme kaydedilmiştir. Aslında "tek bir" insan genomu diye bir şey yoktur. Her insan genomu farklıdır. Aksi takdirde hepimiz birbirimizin tıpatıp aynı olurduk. Hem bireyler olarak, hem de bir tür olarak bizi biz yapan şey, her biri neredeyse aynı olan, ama tıpatıp aynı olmayan genomlarımızın sonsuz rekombinasyonlarıdır.

İyi ama genom dediğimiz bu şey tam olarak nedir? Genom bir yana, genler ne menem şeylerdir? Eh, işe yine hücreden başlamak zorundayız. Her hücrede bir çekirdek ve her bir çekirdeğin içinde kromozomlar vardır: yirmi üçü annenizden, yirmi üçü babanızdan gelen kırk altı komplekslik demeti. Az sayıdaki istisnalar hariç her hücreniz, tüm hücrelerinizin yüzde 99,999'u mesela, aynı sayıda kromozom taşır. (İstisnalar arasında alyuvarlar, bağışıklık sistemine ait bazı hücreler, yumurta ve sperm hücreleri vardır, bunlar organizasyonla ilgili muhtelif sebeplerden dolayı genetik paketin tamamını taşımaz.) Kromozomlar sizi oluşturmak ve yaşatmak için gereken bilgi bütününü eksiksiz olarak içerir ve uzun DNA ipliklerinden oluşur. Deoksiribonükleik asit ya da DNA denilen bu küçük mucizevi kimyasal madde, "yeryüzündeki en olağanüstü molekül" diye nitelendirilmiştir.

DNA’nın tek bir varoluş amacı vardır: daha fazla DNA üretmek. Ve içinizde barındırdığınız DNA miktarı az buz değildir: Hemen her hücrenize yaklaşık 2 metre uzunluğunda DNA sıkıştırılmıştır. Her bir DNA parçası 3,2 milyar harfkadar şifre içerir, yani Christian de Duve’nın sözleriyle “akla gelebilecek her aksiliğe karşın eşsiz olacağı garantili” $10^{3480000000}$ olası kombinasyon üretmeye yetecek kadar. Bu son derece büyük bir olasılıktır: 1 ’in sağına üç milyardan fazla sıfır ekleyin. “Bu sayıyı sırf yazabilmek için bile ortalama ebatlarda beş binden fazla kitap basmak gerekir,” diye açıklıyor de Duve. Aynada kendinize bakın ve on bin trilyon hücreye bakmakta olduğunuz ve bu hücrelerden neredeyse her birinin iki metre uzunluğunda, adamakıllı sıkıştırılmış DNA’lar içerdiği gerçeğinin bilincine vann. İşte o zaman bu maddenin ne kadar büyük bir miktarını bedeninizde taşımakta olduğunuzu anlamaya başlayabilirsiniz. Eğer bütün DNA’lannız ucuca eklenseydi, Yerküre’den Ay’a kadar uzanıp geri dönebilecek, üstelik bunu birkaç defa değil, defalarca yapabilecek uzunlukta ince bir iplik oluşurdu. Bir hesaba göre, içinizde 20 milyon kilometre uzunluğunda sıkıştırılmış DNA taşıyor olabilirsiniz.

Kısacası, vücudunuz DNA yapmaya bayılır ve siz de DNA’sız yaşayamazsınız. Ne var ki, DNA’nın kendisi canlı değildir. DNA, hiçbir molekülün olmadığı kadar cansızdır hatta. Genetikçi Richard Lewontin’in sözleriyle “canlılar dünyasının en atıl, kimyasal açıdan en eylemsiz molekülleri arasındadır.” Cinayet soruşturmalarında DNA’nın çoktan kurumuş kan ya da meni lekelerinden ayrılabilmesinin ve eski Neandertal’lerin kemiklerinden özenle çıkarılabilmesinin sebebi budur. Böylesine esrarengizce kısıtlı, daha doğrusu tek kelimeyle cansız bir maddenin nasıl olup da yaşamın özünü oluşturabileceğinin bilim adamlarınca neden bu kadar geç anlaşılabildiği de böylece açıklanmış olur.

DNA’nın varlığı, sandığınızdan uzun zamandır bilinmekteydi. 1869 kadar erken bir tarihte, Almanya’daki Tübingen Üniversitesi’nde çalışan İsviçreli bilim adamı Johann Friedrich Miescher tarafından keşfedilmişti. Miescher ameliyat bandajlarındaki irini mikroskobik olarak incelerken, tanımadığı bir madde keşfetmiş ve (hücre çekirdeklerinde bulunduğu için) ona nüklein adını vermişti. O zaman Miescher bu maddenin varlığını fark etmekten öte pek bir şey yapmadı. Ama yirmi üç sene sonra amcasına yazdığı bir mektupta bu moleküllerin kalıtımın arkasındaki etmenler

olabileceği ihtimalinden bahsettiğine bakılırsa, nüklein kafasında her zaman belli bir yer etmeyi sürdürdü. Bu olağanüstü bir fikirdi, ama o zamanın bilimsel gereklerinden o kadar ilerideydi ki, hiç ilgi çekmedi.

Sonraki yanm yüzyılın büyük kısmı boyunca egemen olan görüş, günümüzde deoksiribonükleik asit ya da DNA adı verilen bu maddenin kalıtım süreçlerinde olsa olsa ikincil bir rol oynayabileceği yönündeydi. Çünkü çok basitti. Nükleotidler denilen dört tanecik temel bileşeni vardı. Yalnızca dört harf içeren bir alfabe kullanmaya benziyordu bu. Böylesine basit bir alfabeyle yaşamın öyküsünü yazmak nasıl mümkün olabilirdi? (Nasıl olacak, Mors alfabesinin basit nokta ve çizgileriyle kompleks mesajlar yaratmaya çok benzeyen bir şekilde tabii: onları birleştirerek.) Anlaşılabildiği kadarıyla DNA'nın hiçbir iş yaptığı yoktu. Tek yaptığı, çekirdeğin içinde oturup, belki kromozomu bir şekilde bağlamaktan ve talimat geldiğinde bir miktar asidite katmaktan ya da henüz kimsenin aklına gelmeyen bir diğer önemsiz görev ifa etmekten ibaretti. Gereken kompleksliğin çekirdekteki proteinlerde aranması gerektiği düşünülüyordu.

Ama DNA'yı görmezden gelmek iki açıdan sakıncalıydı. Birincisi, çok fazla DNA vardı: hemen her çekirdekte yaklaşık 2 metre. Demek ki hücreler için önemli ölçüde değerliydi. Üstüne üstlük, deneylerde tıpkı bir gerilim öyküsünün cinayet zanlısı gibi durmaksızın ortaya çıkıyordu. Özellikle de, biri *Pneumonococcus* bakterisiyle, öbürü bakteriyofajlarla (bakterileri enfekte eden virüslerle) ilgili iki çalışmada DNA büyük önem arz etmekteydi. Bu durum ancak bir şekilde açıklanabilirdi: DNA, genelgeçer düşüncenin izin verdiğinden daha merkezi bir rol üstlenmiş olmalıydı. Kanıtlar, DNA'nın yaşam için son derece önemli bir süreç olan protein yapımıyla bir şekilde alakalı olduğunu akla getiriyordu. Öte yandan proteinlerin çekirdek *dışında,* yani oluşumlarını yönettiği farz edilen DNA'dan epey uzakta yapılmakta olduğu da çok açıktı.

DNA'nın nasıl olup da proteinlere mesaj ulaştırıyor olabileceğini kimse anlayamıyordu. Bu sorunun yanıtı, artık bildiğimiz üzere, ikisi arasında tercüman olarak etkinlik gösteren RNA ya da ribonükleik asitti. DNA ile proteinlerin aynı dili konuşmaması biyolojinin ilginç bir cilvesidir. Bu ikisi neredeyse dört milyar yıldır canlılar dünyasının muhteşem ikilisi olmuştur, ama her ne hikmetse birbiriyle bağdaşmayan şifrelere karşılık verirler, sanki

biri İspanyolca, öbürü Hintçe konuşur gibi. İletişim kurmak için RNA formunda bir aracıya ihtiyaçları vardır. RNA, ribozom adı verilen bir nevi kimyasal yazmanla çalışarak, bir hücrenin DNA'sından gelen bilgiyi proteinlerin anlayıp değerlendirebileceği terimlere tercüme eder.

Ama hikâyemize kaldığımız yerden devam edersek, 1900'lerin başlarında bunu ya da daha doğrusu şu karışık kalıtım meselesiyle alakalı herhangi bir şeyi anlamaktan epey âcizdik.

Yaratıcı ve akıllı deneycilere ihtiyaç olduğu çok açıktı. Neyse ki çağ bu işin altından kalkabilecek kadar çalışkan ve yetenekli bir genç adam üretebildi: Adı Thomas Hunt Morgan'dı ve 1904'te, yani Mendel'in bezelye bitkileriyle yaptığı deneylerin tam zamanında yeniden keşfedilmesinden yalnızca dört sene sonra ve *gen* bir sözcük haline bile gelmeden yaklaşık on yıl önce, dikkate değer bir çabayla kromozomlar üzerinde çalışmaya başladı.

Kromozomlar 1888'de şans eseri keşfedilmişti ve böyle adlandırılmalarının sebebi, boyayı kolayca emmeleri ve dolayısıyla mikroskop altında rahatça görülebilmeleriydi. Yirminci yüzyıla girildiğinde, kalıtımsal özelliklerin aktarımıyla alakalı olduklarından kuvvetle şüpheleniliyordu, ama bunu nasıl yaptıklarını ya da hatta gerçekten yapıp yapmadıklarını bile kimse bilmiyordu.

Morgan, resmi adı *Drosophila melanogaster* olan, ama genellikle meyvesineği (ya da sirkesineği, muz sineği veya çöp sineği) olarak bilinen, minik, narin bir canlıyı kendine denek olarak seçmişti. *Drosophila'yı* çoğumuz, meşrubatlarımızın içinde boğulma hevesiyle dikkatimizi çeken, çelimsiz, renksiz bir böcek olarak tanırız. Meyvesineklerinin laboratuvar örnekleri olarak son derece cazip bazı avantajları vardı: Barındırılıp beslenmelerinin maliyeti yok denecek kadar azdı, süt şişelerinde milyonlarcası yetiştirebiliyordu, en fazla on gün içinde yumurtadan çıkıp üretken yetişkinler haline geliyorlardı ve yalnızca dört kromozomları vardı, bu da her şeyi elverişli derecede basit kılıyordu.

Morgan, ekibiyle birlikte New York'taki Columbia Üniversitesi'nin (kaçınılmaz olarak Sinek Odası diye ünlenen) küçük bir laboratuvarında çalışarak, kılı kırk yaran bir sinek yetiştirme ve çaprazlama programı

başlattı. Bu program, cımbızla tek tek yakalanması ve en ufak bir kalıtımsal fark için mücevheratçı büyüteciyle incelenmesi gereken milyonlarca (hatta, bir biyografi yazarının muhtemelen abartılı iddiasına göre milyarlarca) sinek içeriyordu. Altı sene boyunca akıl edebildikleri her yolu deneyerek, sinekleri radyasyon veya X-ışını bombardımanına tutarak, parlak ışığa ve karanlığa maruz bırakarak, fırınlarda hafifçe pişirerek, santrifüjlerde deliler gibi döndürerek mutasyonlar üretmeye çalıştılar, ama ne yapsalar fayda etmedi. Nihayet ani ve tekrarlanabilir bir mutasyon, her zamanki gibi kırmızı değil, beyaz gözlü bir sinek ortaya çıktığında, Morgan'ın pes etmesine ramak kalmıştı. Bu müthiş keşiften sonra Morgan ve yardımcıları, kalıtımsal bir özelliği birbirini izleyen nesiller boyu takip edebilmelerini sağlayan, kullanışlı biçim bozuklukları üretebildiler. Benzer yollar kullanarak belli karakteristiklerle belli kromozomlar arasındaki karşılıklı ilişkileri çözebildiler ve böylece kromozomların kalıtımın merkezinde yer aldığını, herkesi az çok tatmin eden sonuçlarla ispatladılar.

Ama biyolojinin bir sonraki çapraşıklık düzeyinde, sorun hâlâ devam etmekteydi: esrarengiz "genler" ve onları oluşturan DNA. Bunları izole etmek ve anlamak daha da zordu. Morgan'ın çalışmalarından dolayı Nobel Ödülü'ne layık bulunduğu 1933 'e kadar, birçok araştırmacı genlerin varlığına dahi henüz ikna olmamıştı. O dönemde, Morgan'ın da belirttiği gibi, "genlerin ne olduğu, gerçek mi yoksa tamamen hayal ürünü mü olduğu konusunda" varılmış herhangi bir konsensüs yoktu. Bilim adamlarının hücresel etkinlikte böylesine büyük önem taşıyan bir şeyin fiziksel varlığını kabullenmeye yanaşmamaları garibinize gidebilir. Ama Wallace, King ve Sanders'ın *Biology: The Science of Life* (Biyoloji: Yaşam Bilimi) adlı yapıtlarında (bu yapıt o çok ender rastlanan şeylerden biridir: okunabilir bir ders kitabı) işaret ettikleri üzere, düşünce ve bellek gibi zihinsel süreçler konusunda bugün bizler de aşağı yukarı aynı konumdayız. Onlara sahip olduğumuzu biliyoruz elbette, ama hangi fiziksel formu alabileceklerini (öyle bir form varsa şayet) bilmiyoruz. Çok uzun bir müddet genler için de aynı şey geçerli oldu. Bilim adamlarının bir düşünceyi alıp mikroskop altında inceleyebilecekleri fikri bugün bize ne kadar saçma görünüyorsa, vücudunuzdan bir gen koparıp inceleyebileceğiniz fikri de Morgan'ın pek çok meslektaşına aynı derecede saçma görünüyordu.

Kesinlikle doğru olan tek şey, kromozomlarla alakalı bir şeyin *mutlaka* hücre kopyalanmasını yönettiğiydi. Nihayet 1944'te, on beş yıl süren yoğun çalışmalardan sonra, Oswald Avery adında parlak ama özgüvensiz bir Kanadalı liderliğinde Manhattan'daki Rockefeller Enstitüsü'nde çalışan bir ekip, son derece zorlu bir deneyde başarıya ulaştı: Zararsız bir bakteri çeşidi yabancı DNA'yla çaprazlanarak kalıcı olarak bulaşıcılaştırıldı. Böylece DNA'nın pasifbir molekülden öte bir şey olduğu ve kalıtımda aktif rol üstlendiğine kesin gözüyle bakılabileceği kanıtlanmış oldu. Avusturya doğumlu biyokimyacı Erwin Chargaffın sonradan büyük bir ciddiyetle öne sürdüğü gibi, Avery'nin keşfi iki Nobel Ödülü değerindeydi.

Ne yazık ki Avery, enstitüde omuz omuza çalıştığı meslektaşlarından birinin, Alfred Mirsky adında, inatçı ve geçimsiz bir protein sevdalısının muhalefetine takıldı. Bu adam Avery'nin çalışmalarına kara çalmak için elinden geleni ardına koymadı. Stockholm'deki Karolinska Enstitüsü'nün otoriteleri arasında lobi yaparak Avery'ye Nobel Ödülü verilmesini engellemeye çalıştığı bile söylenir. O sıralar Avery altmış altı yaşına gelmiş ve artık yorulmuştu. Strese ve ihtilafa dayanamayıp görevinden istifa etti ve bir daha bir laboratuvarın kapısının önünden bile geçmedi. Ama başka yerlerde yapılan başka deneyler Avery'nin vardığı sonuçları karşı konulmaz biçimde destekledi ve çok geçmeden DNA'nın yapısını bulma yarışı start aldı.

1950'lerin başlarında bahis oynamaya meraklı biriyseniz, paranızı büyük ihtimalle Califomia Teknoloji Enstitüsü'nden Linus Pauling'e yatırırdınız. Çünkü Amerika'nın başta gelen kimyacısı olan Pauling'in, DNA'nın yapısını çözeceğine kesin gözüyle bakılıyordu. Pauling moleküllerin mimarisini belirlemekte rakipsizdi ve X-ışını kristalografisi alanının öncü isimlerinden biriydi. Bu tekniğin DNA'nın sırrına varmanın anahtarı olduğu zamanla ortaya çıkacaktı. Pauling, son derece parlak geçen kariyeri boyunca (biri 1954'te kimya ödülü, diğeri 1962'de barış ödülü olmak üzere) iki Nobel Ödülü kazanacaktı, ama DNA'nın yapısının ikili değil, üçlü sarmal olduğuna inandığından, doğru yolu hiçbir zaman bulamadı. Zafer, ekip halinde çalışmayan, birbiriyle selamı sabahı bile olmayan ve çoğu kendi alanının acemisi olan İngilizlerden kurulu beklenmedik bir bilim adamı dörtlüsüne kısmet oldu.

Dördü arasında geleneksel âlim modeline en yakını, İkinci Dünya Savaşı yıllarının çoğunu atom bombasının tasarlanmasına yardım ederek geçiren Maurice Wilkins ’dı. Diğer ikisi, savaş yıllarını İngiliz hükümeti için madenler ve mayınlar üzerinde çalışarak geçiren Rosalind Franklin ve Francis Crick’ti: Crick mıknatıslı mayınları, Franklin’se kömür madenlerini incelemişti.

Dörtlünün en sıradışı üyesi James Watson’dı. Watson daha çocukken 7he Qu*iz Kids* adlı son derece popüler bir radyo programında sivrilmişti. (Dolayısıyla *Franny ve* Zooey’deki ve J. D. Salinger’ın diğer yapıtlarındaki Glass ailesinin bazı üyelerine kısmen de olsa ilham verdiği iddia edilebilir.) Chicago Üniversitesi’ne henüz sadece on beş yaşındayken giren Watson, doktora unvanını yirmi iki yaşında alıp, Cambridge’deki ünlü Cavendish Laboratuvan’nda çalışmaya başladı. 1951’ de, Watson yirmi üç yaşında hantal bir gençti. Fotoğraflarda sanki çerçeve dışındaki güçlü bir mıknatısın etkisi altındaymış gibi görünen, ele avuca sığmaz saçlara sahipti.

Ondan on iki yaş büyük olduğu halde hâlâ doktorası olmayan Crick’inse daha az saçı vardı ve biraz daha snop görünümlüydü. Watson’ın kitabında, velveleci, meraklı, neşeli tartışmaları seven, bir fikri paylaşmakta gecikenlere karşı sabırsız ve her zaman başka bir yere çağrılma tehdidi altında yaşayan biri olarak sunulur. İkisi de biyokimya alanında resmi öğrenim görmemişti.

Bir DNA molekülünün şeklini belirledikleri takdirde, onun yaptığı işi nasıl yaptığını çözebilecekleri kanısındaydılar, ki sonradan anlaşılacağı üzere, doğru yoldaydılar. Bunu da, kafa yormak dışında mümkün olduğunca az iş yaparak ve muhakkak yapılması gerekenden fazlasını yapmayarak başarmayı umuyorlardı. Watson’ın otobiyografik kitabı The Double Hel/x’de (Çifte Sarmal) belki biraz samimiyetsizce de olsa neşeyle yorumladığı gibi, “Kimya öğrenmeme gerek kalmadan geni çözebileceğimiz umudunu taşıyordum.” DNA üzerinde çalışmakla görevlendirilmiş değildiler aslında, hatta çalışmanın bir noktasında durmaları emredildi. Watson sözümona kristalografi ihtisası yapmaktaydı. Crick de güya büyük moleküllerin X-ışını kırınımı konusundaki tezini tamamlamakla meşguldü.

Crick ile Watson popüler söylemlerde DNA'nın gizemini çözme başarısının neredeyse tümüyle kendi hanelerine yazılmasından hoşnut kalsalar da, aslında bu büyük buluş, rakiplerince yapılan ve sonuçlan (tarihçi Lisa Jardine'in ustaca yorumladığı gibi) "şans eseri" alınan deneysel çalışmalara ciddi boyutta bağımlıydı. Crick ile Watson'dan önce, en azından başlangıç aşamasında, Londra'daki King's College'dan iki akademisyen bu projeye emek vermişti: Wilkins ile Franklin.

Yeni Zelanda doğumlu Wilkins silik bir şahsiyetti, varlığıyla yokluğu birdi adeta. 1998'de, DNA'nın yapısının keşfini, yani 1962'de Wilkins'ın Nobel Ödülü'nü Crick ve Watson'la paylaşmasını sağlayan büyük başarıyı konu alan bir PBS belgeseli, ona hiç yer vermemeyi başardı.

Aralarındaki en esrarengiz karakter Franklin'di. Watson, *The Double Helix* 'de onu son derece ağır bir dille yererek, mantıksız, ketum, hiçbir zaman işbirliğine yanaşmayan ve seksi görünmemek için elinden geleni yapan (Watson'ı en çok kızdıran buydu anlaşılan) bir kadın olarak tasvir etti. Ama onun "çirkin olmadığını ve kılığına kıyafetine azıcık özen gösterse yeterince çekici olabileceğini" de ekledi. Ne çare ki Franklin bu yöndeki beklentileri boşa çıkarıyordu. Ruj bile sürmezdi, diyordu Watson hayretle, giyim tarzı ise "ergenlik çağındaki entelektüel İngiliz kızlarının sahip olabileceği bütün hayal gücünü sergilerdi."[1]

Gelgelelim, DNA'nın olası yapısının varlığını kanıtlayan en iyi görüntüleri, Linus Pauling tarafından mükemmelleştirilen X-ışını kristalografisi tekniğiyle Franklin yakaladı. Kristalografi, kristallerdeki atomları görünür kılmak için başarıyla kullanılmış bir teknikti (adı da bu yüzden "kristalografi"dir), ama DNA moleküllerini görüntülemek çok daha zorlu bir işti. Bu süreçten iyi sonuçlar almayı yalnızca Franklin başarıyordu, ama o da bulgularını paylaşmayı reddederek Wilkins'ın öfkesini durmadan üstüne çekiyordu.

Franklin bulgularını güzellikle sunmadıysa bile bu konuda kabahati sadece onda aramak doğru olmaz. 1950'lerde King's'deki kadın akademisyenler, modem duyarlıkları (hatta tüm duyarlıkları) hiçe sayan, geleneksel bir horgörüye maruz kalırlardı. Ne kadar kıdemli ya da başarılı olurlarsa olsunlar, okulun öğretmenler odasına girmelerine müsaade edilmez, yemeklerini "izbe bir virane" olduğu Watson tarafından bile ister

istemez kabul edilen harap bir odada yemek zorunda bırakılırlardı. Üstelik Franklin, bulgularına bir göz atabilmek için çaresizlik içinde kıvranan ve saygı gibi daha gönül okşayıcı meziyetlerden yararlanmayı akıl edemeyen bu üç erkekten, sonuçlarını paylaşması yönünde sürekli baskı görüyor, hatta bazen ciddi ciddi tacize uğruyordu. “Korkarım ona her zaman, nasıl desem, patronluk tasladık,” diye anımsadı Crick, sonradan. Bu adamlardan ikisi rakip kuruluştandı, üçüncüsü ise açıkça onlardan yana tavır alıyordu. Franklin’in sonuçlarını kilit altında tutmasına pek de şaşmamak lazım.

Watson’la Crick, Wilkins’la Franklin arasındaki geçimsizliği belli ki kendi yararlarına kullandılar. Watson’la Crick, Wilkins’ın alanına utanmazca tecavüz ediyorlardı, ama Wilkins her şeye rağmen giderek onlara yakınlaşmaktaydı. Franklin’in de davranışlarını kararlılıkla garipleştirdiğine bakılırsa bunda şaşılacak bir şey yoktu. Aldığı sonuçlar DNA’nın kesinlikle sarmal biçimli olduğunu gösterdiği halde, Franklin bunun böyle olmadığı konusunda ısrarcıydı. 1952 yazında okulun fizik bölümündeki panoya asılsız bir not bırakarak Wilkins’ın yüreğine herhalde büyük bir korku ve utanç saldı: “D.N.A. sarmalının 18 Temmuz 1952 Cuma günü vefat ettiğini üzülerek bildirmek durumundayız. ... Dr. M. H. F. Wilkins’ın merhum sarmal anısına konuşma yapması bekleniyor,” diyordu notta.

Ve en nihayet Ocak 1953’te Wilkins, Franklin’in DNA görüntülerini “belli ki kendisinin bilgisi ya da rızası olmadan” Watson’a gösterdi. Bunu sadece önemli bir yardım olarak nitelendirmek haksızlık olur. Nitekim yıllar sonra Watson da “Bulmacayı bu sayede çözdük ... bizi harekete geçirdi,” diyerek Franklin’in hakkım teslim etti. DNA molekülünün temel biçim bilgisinin ve boyutlarına ilişkin önemli birtakım unsurların desteğini yanlarına alan Watson ile Crick, çabalarım iki misli yoğunlaştırdılar. Artık sanki her şey istedikleri gibi gidiyordu. Bir ara Linus Pauling’in İngiltere’de gerçekleşecek bir konferansa katılmak üzere yola çıkması söz konusu oldu. İngiltere’ye gelebilseydi büyük olasılıkla Wilkins’la buluşacak ve kendisini araştırmalarında yanlış yollara sokan hatalı kamları düzeltmesine yetecek kadar bilgi edinmiş olacaktı. Ama devir McCarthy devriydi ve Pauling, yurtdışına çıkmasına izin verilemeyecek kadar liberal görüşlü olduğu gerekçesiyle, New York’taki Idlewild Havaalam’nda durdurulup, pasaportuna el konuldu. Crick ile Watson’daki şans da kimsede yoktu

aslında, çünkü Pauling'in oğlu Cavendish'te çalışıyor ve baba ocağında yaşanan her türlü gelişmeyi onlara taze taze yetiştirerek, istemeden bu ikisinin ekmeğine yağ sürüyordu.

Zaferi her an bir başkasına kaptırma olasılığıyla hâlâ karşı karşıya olan Watson ile Crick, kendilerini hararetle işlerine verdiler. DNA'mn, adenin, guanin, sitozin ve timin diye adlandırılan dört kimyasal bileşeni olduğu ve bunların belirli çiftler halinde bir araya geldiği biliniyordu. Watson ile Crick, molekül şekillerine göre kesilmiş karton parçalarıyla oynayarak hangi parçaların birbirine uyduğunu tahmin edebildiler. Bu tahminden hareketle, DNA'nın sarmal oluşturacak biçimde birleştirilmiş metal plakalardan oluşan Meccano[52] benzeri bir modelini (modem bilimin belki de en meşhur modelini) yaptılar ve Wilkins'ı, Franklin'i ve bütün dünyayı eserlerini görmeye davet ettiler. Sorunu çözmüş olduklarım, konuya vakıf olan herkes bir bakışta anlayabilirdi. Franklin'in DNA resminin yardımı olsun ya da olmasın, hiç kuşkusuz parlak bir buluştu bu.

Nature'ın 25 Nisan 1953 tarihli sayısı, Watson ile Crick tarafından yazılan, “A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid” (Deoksiriboz Nükleik Asidin Yapısı Üzerine) başlıklı 900 kelimelik bir makale içeriyordu. Dergide aynca, Wilkins'ın ve Franklin'in iki ayn makalesine de yer veriliyordu. Dünya gündeminin çok hareketli olduğu bir dönemdi: Edmund Hillary, Everest'in zirvesine ulaşmak üzereydi ve II. Elizabeth çok yakında İngiltere Kraliçesi olarak taç giyecekti. Dolayısıyla yaşamın sımnın keşfi çoğu yerde dikkatten kaçtı. Sadece *News Chronicle'* da kısacık bir haberle geçiştirildi ve başka herkesçe görmezden gelindi.

Rosalind Franklin, Nobel Ödülü'ne ortak edilmedi. 1958'de, yani ödülün verilmesinden dört sene önce, henüz sadece otuz yedi yaşındayken yumurtalık kanserinden öldü. Nobel Ödülleri vefat etmiş kişilere verilmez. Franklin'in, işi gereği aşın dozda X-ışınına kronik olarak maruz kaldığı için kansere yakalandığına kesin gözüyle bakılıyor. Ama aslında böyle olması gerekmezdi. Franklin'in 2002'de yayınlanan ve büyük övgü toplayan biyografisinin yazarı Brenda Maddox, onun nadiren çelik önlük taktığını ve ışınların önüne sık sık dikkatsizce atladığını belirtiyor. Oswald Avery de hiçbir zaman Nobel Ödülü kazanamadı ve o da sonraki kuşaklar tarafından

büyük ölçüde ihmal edildi. Ama hiç değilse, bulgularının temize çıktığını görecek kadar yaşama mutluluğuna nail oldu. 1955'te öldü.

Watson ile Crick'in keşfi 1980'lere dek gerçek manada onaylanmadı. Crick'in bir kitabında söylediği gibi: "DNA modelimizin oldukça makul olmaktan çıkıp, çok makul bulunur hale gelmesi, sonra da doğruluğuna kesin gözüyle bakılması, yirmi beş yılı aşkın vakit aldı."

Yine de, DNA'nın yapısı anlaşılınca genetik bilimi çok hızlı ilerledi. Öyle ki, 1968'e gelindiğinde *Science* dergisi bir makalesine "Moleküler Biyoloji Buraya Kadar" anlamında bir başlık atarak, inanması zor ama, genetik biliminin yolun neredeyse sonuna geldiğini ima edebildi.

Oysa tabii ki her şey daha yeni başlamıştı. Bugün bile DNA hakkında çok az anlayabildiğimiz bir sürü şey var, mesela neden bu kadar büyük bir kısmının *hiçbir işe yaramadığı* gibi. DNA'nızın yüzde doksan yedisi uzun anlamsız zincirlerden, biyokimyacıların tercih ettiği tabirle "boş DNA"dan ya da "protein kodlamayan DNA"dan oluşur. Ancak her ipliğin ötesinde berisinde hayati işlevleri kontrol ve organize eden bölümler bulmak mümkündür. İşte bunlar, uzun zamandır anlaşılamamış olan esrarengiz "genler"dir.

Genler protein yapım talimatları olmaktan ibarettir. Ne bir eksik, ne bir fazla. Bunu körü körüne bir sadakatle yaparlar. Bu bakımdan bir piyanonun tuşlarını andırırlar: Her biri tek bir notadan başka hiçbir şey çalamaz. Besbelli biraz monoton bir iştir bu. Ama genleri tıpkı bir piyanonun notalarını birleştirir gibi birleştirdiğiniz an, sonsuz çeşitte akor ve melodi yaratabilirsiniz. Bütün bu genleri bir araya getirdiğinizdeyse, (aynı metaforu sürdürürsek) insan genomu diye bilinen büyük varoluş senfonisini elde edersiniz.

Genomu anlamanın alternatif ve daha yaygın bir yolu ise, onu vücut için bir nevi talimatname olarak görmektir. Böyle ele alındığında, kromozomlar kitabın bölümleri olarak, genlerse belirli protein yapım talimatları olarak hayal edilebilir. Talimatları yazmak için kullanılan sözcükler kodonlar, harflerse bazlar diye bilinir. Bazlar, yani genetik alfabenin harfleri, bir iki sayfa önce bahsi geçen dört nükleotidden oluşur: adenin, timin, guanin ve sitozin. Yaptıkları işin önemine rağmen, bu maddelerin egzotik bir içeriği

yoktur. Guanin mesela, guano diye adlandırılan kuş gübresinde bolca bulunan ve ona adını veren maddedir.

Bir DNA molekülünün şekli, herkesçe bilindiği gibi, sarmal bir merdivene ya da burgulanmış bir ip merdivene benzer: şu meşhur çifte sarmal. Bu yapının merdiven kolları deoksiriboz denilen bir tür şekerden yapılmıştır, sarmalın tamamı ise nükleik asittir: “Deoksiribonükleik asit” terimi buradan gelir. Basamaklar merdiven kolları arasında birleşen ikişer bazdan oluşur. Bazlar ancak iki şekilde birleşebilir: Guanin her zaman sitozinle, timinse her zaman adeninle eşleşir. Bu harflerin merdivenden yukarı çıkıldıkça ya da aşağı inildikçe okunan dizilim sıralaması DNA şifresini (kodunu) oluşturur. İnsan Genomu Projesi’nin amacı da işte bu şifreyi çözmektir.

DNA ’nın asıl ihtişamı kopyalanma tarzında yatar. Yeni bir DNA molekülü üretme vakti geldiğinde, merdiven kollarını oluşturan iki iplik, bir ceketin fermuarı gibi ortadan ikiye bölünür ve her yarısı yeni bir ortaklık oluşturmak üzere diğer yarısından uzaklaşır. Bir iplik üzerindeki her nükleotid ancak spesifik bir diğer nükleotidle eşleştiği için, her iplik yeni bir tamamlayıcı ipliğin yaratımı için şablon vazifesi görür. Kendi DNA’nızın yalnızca bir ipliğine sahip olsaydınız, gereken eşleşmeleri hesaplayarak ipliğinizin tamamlayıcı yarısını yeniden inşa etmeniz yeterince kolay olurdu: Mesela ipliğinizin en üst basamağı guaninden yapılmışsa, tamamlayıcı ipliğin en üst basamağının sitozinden yapılmış olması gerektiğini bilirdiniz. Merdivenden aşağı nükleotid eşleşmelerini saptaya saptaya inerseniz, sonunda yeni bir molekülün şifresini elde etmiş olurdunuz. Bu iş doğada da aynen böyle yapılır. Tek fark doğanın bunu çok çabuk (saniyeler içinde) yapmasıdır, ki gerçekten de inanılmaz bir marifettir bu.

Çoğu zaman DNA’mız şaşmaz bir doğrulukla kopyalanır, ama çok nadiren, yaklaşık olarak milyonda bir defa, bir harfin yanlış konuma yerleştiği olur. Bu durum “tek baz çiftinde görülen nükleotid polimorfizmi” ya da SNP[2] olarak bilinir. Genellikle bu SNP’ler protein kodlamayan DNA’ların içine gömülür ve vücut açısından fark edilebilir hiçbir sonuca yol açmaz. Ama nadiren de olsa fark yarattıkları olur. SNP sizi bir hastalığa yatkın kılabilir, ama aynı şekilde, küçük bir avantaj da sağlayabilir: Mesela

daha fazla koruyucu pigmentasyon oluşturabilir ya da alyuvar üretimini artırıp yükseklerde yaşamanızı kolaylaştırır. Zamanla bu hafif modifikasyonlar hem bireylerde, hem de nüfuslarda birikerek her ikisinin de ayırt edici özelliklerine katkıda bulunur.

Kopyalanmada doğrularla yanlışlar arasında hassas bir denge vardır. Çok fazla hata oluşursa organizma fonksiyonunu kaybeder, çok az hata oluşursa adaptasyon yeteneğinden yoksun kalır. Bir organizmada, istikrarla yenilik arasında da benzer bir denge kurulmak zorundadır. Alyuvarlardaki artış, yükseklerde yaşayan bir kişi ya da grubun daha kolay hareket etmesine ve solumasına yardımcı olabilir, çünkü daha çok alyuvar daha çok oksijen taşır. Ama alyuvar fazlasının kanı kalınlaştırma tehlikesi de vardır. Kana çok fazla alyuvar yüklemek, Temple Üniversitesi antropologlarından Charles Weitz'ın sözleriyle, "kalbe petrol pompalatmaya benzer." Yani kalbi çok zorlar. Dolayısıyla, yükseklerde yaşamak üzere tasarlamış insanların solunum yeterlikleri artar, ama bu avantajın bedelini kalplerini büyük risklere sokarak öderler. Darwin'in doğal seçme yasası bizi işte böyle denetler. Neden birbirimize bu kadar çok benzediğimizi de açıklamaya yarar. Evrim sizin çok farklı olmanıza asla izin vermeyecektir, yeni bir türe dönüşmediğiniz takdirde tabii.

Benim genlerimle sizinkiler arasındaki yüzde 0,1 'lik farkın sorumlusu SNP'lerimizdir. Kendi DNA'nızı üçüncü bir kişinin DNA'sıyla karşılaştırmaya kalksanız, yine yüzde 99,9'luk bir benzerlik bulacaksınız, ama SNP'lerin çoğu farklı konumlarda yer alacak. Karşılaştırmaya başka insanları da dahil ettiğinizde daha da farklı konumlarda daha da fazla sayıda SNP bulacaksınız. 3,2 milyar bazınızın her biri için, gezegenin bir yerlerinde, aynı konumda farklı şifrelemeye sahip biri ya da birileri mutlaka olacak. İşte bu yüzden, "genel bir" insan genomundan bahsetmenin yanlış olması bir yana, "bir" insan genomundan bile bahsedemeyiz. Altı milyar genomumuz var. Hepimiz yüzde 99,9 oranında aynıyız, ama öte yandan, biyokimyacı David Cox'un sözleriyle "tüm insanların hiçbir ortak yönleri bulunmadığını da söyleyebilir ve sonuna kadar haklı olursunuz."

Ama DNA'nın neden bu kadar az bir kısmının fark edilebilir bir amaca hizmet ettiğini hâlâ açıklamadık. Burada konu biraz asap bozucu bir hal almaya başlıyor, ama öyle anlaşılıyor ki yaşamın amacı gerçekten de

DNA'yı idame ettirmek. Genellikle "boş DNA" diye adlandırılan ve DNA'mızın yüzde 97'sini oluşturan harfkümelerinin varoluşu, Matt Ridley'nin sözleriyle "saf ve basit bir sebebe dayalı: kendi kendilerini kopyalamaktaki başarılarına."[3] Başka bir deyişle,

DNA'nızın çoğu kendini size değil kendine adamıştır: O sızın çoğalmanızı sağlayan bir makine değil, siz onun çoğalmasını sağlayan bir makinesiniz. Yaşanı, hatırlayacağınız gibi, sadece var olmak ister ve bu isteği DNA yerine getirir.

DNA gen yapım talimatları içerdiğinde, bilim adamlarının ifadesiyle gen kodladığında bile, bunu ille de organizmanın düzgün işlemesi için yapmaz. En çok sahip olduğumuz genlerden biri, ters transkriptaz denilen bir proteinin yapım talimatını içeren gendir. Ters transkriptazın insanlarda bilinen hiçbir yararlı işlevi yoktur. Yaptığı tek şey, AIDS virüsü gibi retrovirüslerin çaktırmadan insan sistemine sızmasını mümkün kılmaktır.

Başka bir deyişle, vücutlarımız hatırı sayılır miktarlarda enerjiyi bize hiçbir hayrı dokunmayan, hatta bazen sonumuzu hazırlayan bir proteinin üretimine ayırır. Genler emrettiği zaman, vücutlarımızın emre itaat etmekten başka çaresi yoktur. Bizler onların kaprislerine tabiyiz. Anlayabildiğimiz kadarıyla, insan genlerinin neredeyse yarısı kendi kendini kopyalamak dışında hiçbir şey yapmaz. Söz konusu genlerin bir organizmada şimdiye dek tespit edilen en büyük oranıdır bu.

Tüm organizmalar bir bakıma genlerinin kölesidir. Sombalıklarının, örümceklerin ve başka sayısız yaratığın çiftleşme sürecinde ölmeye hazır olmasının sebebi de budur. Üreme ve genlerini aktarma arzusu doğadaki en güçlü dürtüdür. Sherwin B. Nuland'ın ifadesiyle: "İmparatorluklar çöker, idler patlar, büyük senfoniler yazılır ve hepsinin arkasında, doyurulmak isteyen tek bir içgüdü vardır." Evıimsel açıdan bakıldığında seks, bizi genetik malzememizi aktarmaya teşvik eden bir ödül mekanizmasından ibarettir aslında.

Bilim adamları DNA'mızın büyük kısmının hiçbir işe yaramadığı yolundaki sürpriz haberi güçbela sindirmeye uğraşırlarken, daha da beklenmedik bulgular ortaya çıkmaya başladı. Önce Almanya'da, sonra da İsviçre'de bazı araştırmacılar nedense gayet normal sonuçlar veren oldukça

anormal deneyler yaptılar. Bunlardan birinde, bir fare-gözünün gelişimini denetleyen geni alıp, bir meyvesineğinin larvasına eklediler. Sonuçta ortaya hilkat garibesi gibi bir şey çıkacağını düşünüyorlardı. Gelin görün ki, fare-gözü geni meyvesineğinde gayet geçerli bir göz üretmekle kalmadı, bir sinek-gözü üretti. 500 milyon yıldır tek bir ortak ata paylaşmamış iki yaratık, adeta iki kardeş gibi genetik malzeme alışverişinde bulunabiliyordu.

Araştırmacılar neye ellerini atsalar aynı durumla karşılaştılar. Sineklerin belli bazı hücrelerine insan DNA'sı eklediklerinde, sineklerin bu geni kendi malları gibi kabul ettiğini bulguladılar. Nitekim, insan genlerinin yüzde 60'ı meyve sineklerinde bulunan genlerle temelde aynıdır. En az yüzde 90'ı, fare genleriyle bir düzeyde ilişkilidir. (Yani kuyruk yapımı için gereken genlerin bile aynısına sahibiz aslında. Ama nedense bu genlerimiz devre dışı kalmıştır.) Her alanda emek veren araştırmacılar, hangi organizma üzerinde çalışırlarsa çalışsınlar, ister iplik-solucanı, ister insan her canlıda temelde aynı genleri incelemekte olduklarını anladılar. Yaşanı, görünüşe bakılırsa, tek bir mavi kopyadan çoğaltılmıştı.

Daha ileri araştırmalar, homeotik ("benzer" manasındaki Yunanca sözcükten gelir) ya da hox genleri diye adlandırılan ve her biri vücudun bir bölümünün gelişimini yöneten bir avuç temel kontrol geninin varlığını ortaya koydu. Hox genleri, uzun zamandır kafaları kurcalamış olan şu soruya da yanıt getiriyordu: Hepsi de tek bir döllenmiş yumurtadan doğan ve tıpatıp aynı DNA'yı taşıyan milyarlarca embriyo hücresi nereye gideceğini ve ne yapacağını nasıl bilir? Hangisinin bir karaciğer hücresi, hangisinin elastik bir sinir hücresi, hangisinin bir kan kabarcığı ve hangisinin çırpan bir kanat üstündeki pırıltı kırıntısı olması gerektiğini nereden anlar? Onlara talimat veren şey hox genleridir. Hox genleri bunu tüm organizmalar için aşağı yukarı aynı şekilde yapar.

Ne ilginçtir ki, genetik malzeme miktarının ve bu malzemenin örgütleniş şeklinin, onu içeren yaratığın sofistikasyon düzeyini yansıtması gerekmez, hatta genellikle yansıtmaz. Bizim kırk altı kromozomumuz vardır, halbuki bazı eğrelti-otları altı yüzden fazla kromozoma sahiptir. Tüm kompleks hayvanların en az evrim geçirmişlerinden biri olan akciğerli

balığın sahip olduğu DNA miktarı bizimkinin kırk mislidir. Su kertenkelesi bile genetik açıdan bizden beş misli daha ihtişamlıdır.

Demek ki, önemli olan kaç gene sahip olduğunuz değil, genlerinizi nasıl kullandığınız. Bu habere sevinmemiz lazım, çünkü insanlardaki gen sayısı son zamanlarda büyük kesintiye uğradı. Yakın zaman öncesine kadar, insanların en az

100.000 gene, belki çok daha fazlasına sahip oldukları düşünülüyordu, ama bu sayı İnsan Genomu Projesi'nin ilk sonuçlarının açıklanmasıyla birlikte çarpıcı derecede azaldı. Proje sonuçları, 35.000 ya da 40.000 gen gibi bir rakam önerdi: bir ot parçasında bulunanla aynı. Bu sonuç herkesi hem şaşırttı, hem de hüsrana uğrattı.

İnsana özgü zayıflık ve kusurların bahsi her geçtiğinde işin içine genellikle genlerin de karıştırıldığı dikkatinizden kaçmamış olsa gerek. Havasından geçilmeyen bilim adamları çeşitli zamanlarda ortaya çıkıp, obezite, şizofreni, homoseksüellik, suç işleme eğilimi, şiddete yatkınlık, alkolizm, hatta hırsızlık ve evsizlik gibi problemlerden sorumlu olan genleri bulduklarını açıklamışlardır. Biyo-belirlenimciliğe[53] olan bu inancın belki de doruk (ya da dip) noktası, 1980'de *Science* dergisinde yayınlanan ve kadınların genetik sebeplerden ötürü matematikte başarısız olduklarını ileri süren bir araştırma oldu. Oysa artık biliyoruz ki, size dair hiçbir şey böyle kolay kolay kestirilip atılabilecek kadar basit değildir.

Konuya daha farklı bir açıdan yaklaşırsak, keşke öyle olaydı diye de düşünülebiliriz aslında. Boyunuzu ya da diyabete, kelliğe veya ayırt edici bir diğer özelliğe yatkınlığınızı belirleyen ayrı ayrı genler olsaydı, onları izole edip onarmaya çalışmak nispeten kolay olurdu. Ne yazık ki, birbirinden bağımsız çalışan 35.000 gen, yetkin bir insanoğlunu oluşturan türden fiziksel kompleksliği üretmeye asla yetmez. İşte bu yüzden, genlerin işbirliği yapması gerektiği çok açıktır. Hemofili, Parkinson, Huntington ve kistik fibrosis gibi birkaç hastalığa belli bazı disfonksiyonel genler sebep olur, ama ekseriyetle, yıkıcı genler bir türe ya da nüfusa kalıcı biçimde musallat olmaya fırsat bulamadan doğal seçme tarafından ayıklanır. Kaderimiz, sağlığımız ve hatta göz rengimiz, belirli genler tarafından değil, çoğunlukla birlikte çalışan gen grupları tarafından belirlenir. Bu mekanizmanın nasıl işlediğini anlamak işte bu yüzden zordur ve yine aynı

sebepten ötürü, çok yakın bir gelecekte ısmarlama bebekler üretmeye başlayacağımız filan hikâye.

Aslına bakılırsa, son yıllarda biz yeni bir şeyler öğrendikçe her şey daha da karmaşıklaştı sanki. Düşünmek bile genlerin işleyişini etkiliyor anlaşılan. Bir adamın sakalının uzama hızı mesela, adamın seksi ne kadar düşündüğüyle kısmen alakalı. (Çünkü seks hakkında düşünmek testosteronu artırıyor.) 1990'ların başlarında bilim adamları daha da derin bir keşif yaptılar: Fare embriyolarından hayati olduğu farz edilen genleri çıkarıp yok edebileceklerini anladılar. Ama fareler çoğunlukla sağlıklı doğmakla kalmadı, bazen genleriyle oynanmamış erkek ve kız kardeşlerinden daha sağlıklı bile oldular. Belli bazı önemli genler yok edilince, gediği kapatmak için başkaları devreye giriyordu anlaşılan. Biz de bir tür organizma olduğumuza göre bu bizim için harika bir haberdi, ama hücrelerin nasıl çalıştığını anlama çabamızı yokuşa sürdü, çünkü zaten zorbela anlamaya başladığımız bir şeyin kompleksliğine komplekslik katıyordu.

İnsan genomunu deşifre etme çabasının çok geçmeden yalnızca bir başlangıç olarak görülür olmasına, büyük ölçüde bu zorlaştırıcı faktörler yol açmıştır. Genom, Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nden Eric Lander'ın belirttiği gibi, insan vücudunun parça listesi gibidir: Bize neden yapılmış olduğumuzu söyler, ama nasıl çalıştığımız konusunda hiçbir açıklamada bulunmaz. Oysa artık ihtiyacımız olan şey bir kullanım kılavuzudur: vücudumuzu çalıştırmak için gereken talimatlar yani. O noktaya henüz yaklaşmadık bile.

Ve şimdiki hedefimiz insan proteomunu deşifre etmek. Bu öyle yeni bir kavram ki, on sene önce *proteom* diye bir terim bile yoktu. Proteom, proteinleri yaratan bilgi kütüphanesidir. *Scientific American* dergisi, "Ne yazık ki," diye gözlemledi 2002 baharında, "proteom genomdan çok daha karmaşıktır."

Karmaşık ne kelime. Proteinler, hatırlarsanız, canlı sistemlerin beygirleridir. Her an her hücrede milyon kadar protein işbaşında olabilir. Böyle bir faaliyeti gözümüzde canlandırmaya çalışmak bile zordur. Daha kötüsü, proteinlerin davranış ve işlevleri yalnızca kimyalarına değil, tıpkı genler gibi, şekillerine de bağlıdır. Bir proteinin işlevini yerine getirebilmesi için, gereken kimyasal bileşenlere sahip olması ve onları gerektiği gibi

derlemesi yetmez, sonrasında katlanarak son derece spesifik bir şekle girmesi de gerekir. “Katlanma” bu açıklamada genellikle kullanılan terimdir, ama aslında proteinler için geçerli olmayan geometrik bir intizamı akla getirdiğinden, yanıltıcı bir ifadedir. Proteinler, eğilip bükülerek, dolanarak ve buruşarak en olmadık şekillere girerler. Katlanmış havlulardan ziyade, hurdahaş edilmiş elbise askılarını andırırlar.

Dahası, proteinler biyoloji dünyasının (amiyane tabirle) hovardalandır. Keyiflerine ve metabolik koşullara bağlı olarak, fosfat, glikoz, asetil, ubikuitin, famesil, veya sülfat gruplarıyla birleşir ya da glikozil fosfatidil inozitol (GPI) ankorlarına bağlanırlar. Onları harekete geçirmek genellikle çok kolaydır. İçtiğiniz bir bardak şarap dahi, *Scientific American’ın* belirttiği gibi, sisteminizdeki protein sayısını ve çeşitlerini önemli ölçüde değiştirmeye yeter. Bu içkiciler için sevindirici bir haberdir belki, ama neler olup bittiğini anlamaya çalışan genetikçilerin işini çok kolaylaştırdığı söylenemez.

Her şey gözünüze olanaksız derecede komplike görünmeye başlamış olabilir, ki bazı bakımlardan hakikaten öyledir. Ama bütün bunların altında, gizli bir basitlik de vardır. Bu basitlik yaşamın işleyişine temel oluşturan aynı derecede yalın ahengin sonucudur. Hücrelere can veren bütün bu minik, kusursuz kimyasal süreçler (nükleotidlerin işbirlikçi çabaları, DNA’dan RNA sentezlenişi) yalnızca bir defa evrimleşmiş ve o zamandan bu yana doğanın tamamında oldukça sabit kalmıştır. Merhum Fransız genetikçi Jacques Monod’nun yarı şaka yan ciddi söylediği gibi: “*E. coli* bakterisi için geçerli olan her şey filler için de geçerli olmalı, hatta daha da geçerli.”

Her canlı varlık, aynı orijinal planın dikkatle işlenmiş bir çeşitlemesidir. İnsanlar olarak yalnızca nicelik farklılıklarından ibaretiz: Her birimiz, 3,8 milyar yıl öncesine uzanan, köhne bir tanzim, adaptasyon, modifikasyon ve ilahi onarımlar arşiviyiz. Ne gariptir ki, sebze ve meyvelerle bile yakın akrabayız. Bir muzun içinde olup biten kimyasal fonksiyonların neredeyse yarısı, sizin içinizde olup biten kimyasal fonksiyonlarla temelde aynıdır.

Şunu ne kadar tekrarlasak az: Bütün canlılar birdir. Bu cümle, gelmiş geçmiş en derin gerçektir ve galiba sonsuza dek öyle kalacaktır.

1

1968'de Crick ile Wilkins, *The Double* Helix’de yer alan ve tarihçi Lisa Jardine’in “gereksizce rencide edici” diye tanımladığı karakter tahlillerinden şikayetçi oldular. Bunun üzerine Harvard University Press kitabın yayımını durdurdu. Yukarıda alıntılanan tasvirler Watson’ın sonradan yumuşatılmış yorumlarıdır.

52

1901 ’de üretilen bir oyuncak inşaat seti. (ç.n.)

2

Single Nucleotide Polymorphism.

3

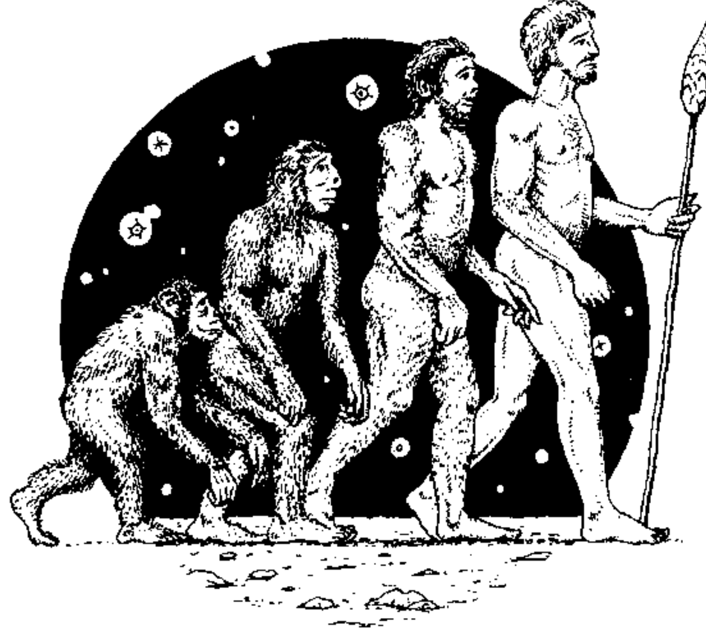
Boş DNA’nın da bir kullanımı vardır. “DNA parmak izi analizi”nde, bu kısımdan yararlanılır. Boş DNA’nın bu amaca uygunluğu İngiltere’deki Leicester Üniversitesi’nin bilim adamlarından Alec Jeffreys tarafından kazara keşfedildi. 1986'da Jeffreys kalıtımsal hastalıklarla bağdaşan genetik işaretler bulmak için DNA dizilimlerini incelediği sıralar kendisine başvuran İngiliz polisi bir zanlıyı iki cinayetle ilişkilendirmek için ondan yardım istedi. Jeffrey tekniğinin kriminal vakalann çözümünde mükemmelen işe yaraması gerektiğini fark etti ve yanılmadığı ortaya çıktı. Colin Pitchfork gibi akıl almaz bir adı olan (pitchfork, saman tırmığı demektir) genç bir fırıncı işlediği cinayetlerden dolayı iki kere ömür boyu hapis cezasına çarptırıldı.

53

biyo-belirlenimcilik: evrende olup biten her şeyin biyolojik bir nedensellik bağlantısı içinde belirlendiğini ileri süren görüş. (ç.n.)

VI

BİZE GİDEN YOL



Maymunlardan türedik öyle mi? Vah, vah, vah, umalım ki doğru olmasın, ama eğer doğruysa da, dua edelim de kimse duymasın.

Darwin'in evrim kuramının açıklanmasından sonra Worcester Piskoposu'nun karısına mal edilen yorum.

27

BUZ DEVRİ

Bir düş gördüm,

Hepsi düş olmasa da.

Parlak güneş sönmüştü ve yıldızlar

Kaybolmuştu uzayın sonsuzluğunda...

-Byron, “Karanlık”

1815’te Endonezya’daki Sumbawa Adası’nda, görkemli Tambora Dağı’nın uzun süren sessizliğini bozup korkunç bir patlamayla püskürmesi ve patlamayı izleyen tsunamiler neticesinde 100.000 insan hayatını kaybetti. Bugün hayatta olan hiç kimse böyle bir şiddete tanık olmamıştır. Tambora’nın püskürüşü on bin yılın en büyük volkanik patlamasıydı: St. Helens Dağı’nın püskürüşünden 150 kat etkili, Hiroşima’ya atılan bomba büyüklüğünde altmış bin atom bombasına eşdeğerdi.

O zamanlar haberler şimdiki kadar tez yayılmazdı. Londra’da, *The Times,* olaydan yedi ay sonra küçük bir öykü, daha doğrusu bir esnafın mektubunu yayınladı. Ama o vakte gelindiğinde Tambora’nın etkileri çoktan hissedilmeye başlanmıştı. İki yüz kırk kilometreküp kül, toz ve kum dumanı atmosfere karışıp güneş ışınlarını bloke etmiş ve Yerküre’nin soğumasına neden olmuştu. Günbatımları olağanüstü renkli ama pusluydu. Bu etkiyi unutulmaz resimleriyle ölümsüzleştiren ressam J. M. W. Tumer’ın keyfine diyecek yoktu, ama dünya uzunca bir müddet bunaltıcı bir karanlık bulutu altında yaşayacaktı. Byron’a yukarıdaki dizeleri esinleyen de bu ölümcül karanlık olmuştu.

Bahar hiç gelmedi, yazın hava hiç ısınmadı: 1816 “yazsız sene” olarak hafızalara kazındı. Ekinler her yerde sararıp soldu. İrlanda’da yaşanan kıtlık ve tifo salgını 65.000 insanın ölümüne yol açtı. New England’da 1816 yılı herkesçe “Eighteen Hundred and Froze to Death” (Bin Sekiz Yüz Donarak Öl) diye anılır oldu. Sabah donları Haziran’a kadar devam etti ve ekilen

tohumların neredeyse hiçbiri filiz vermedi. Yemsiz kalan çiftlik hayvanları telef oldu ya da vaktinden evvel kesilmeleri gerekti. Her bakımdan korkunç bir seneydi. Modem zamanların tarım bakımından en kötü senesi olduğuna kesin gözüyle bakılabilir. Her şeye rağmen küresel sıcaklık yalnızca 1 santigrat derece düştü. Yerküre’nin doğal termostatı, bilim adamlarının da öğrenecekleri gibi, son derece hassas bir aletti.

On dokuzuncu yüzyıl zaten oldukça serin bir zamandı. İki yüz yıl boyunca bilhassa Avrupa’da ve Kuzey Amerika’da Küçük Buzul Çağı diye anılan soğuk bir dönem yaşanmış ve bugün için imkânsız olan bin bir çeşit kış eğlencesini mümkün kılmıştı: Thames Nehri üzerinde don şenlikleri yapılır, Amsterdam kanallarında buz pateni yarışları düzenlenirdi. Başka bir deyişle, insanların soğukla kafayı bozdukları bir dönemdi. Dolayısıyla, yaşadıkları dünyanın eski çağlara kıyasla gayet ılıman bir yer olduğunu ve etraflarındaki topraklardan çoğunun çarpışan buzullar tarafından ve don şenliklerine bile havlu attıracak soğuklukta bir iklim tarafından şekillendirildiğini anlamakta geciktikleri için on dokuzuncu yüzyıl jeologlarını belki de mazur görebiliriz.

Geçmişte bir tuhaflık olduğunun farkındaydılar. Avrupa coğrafyası izahı mümkün olmayan aykırılıklarla doluydu: Fransa’nın ılık iklimli güney topraklarına gömülmüş arktik Ren geyiği kemikleri, hiç olmayacak yerlere çöreklenmiş devasa kayalar vardı. Bunlara çoğunlukla yaratıcı ama pek makul sayılamayacak açıklamalar getirilirdi. Kocaman granit parçalarının Jura Dağları’nın kalkerli yamaçlarına nasıl çıktığını açıklamaya çalışan de Luc adında Fransız bir doğabilimci, bu kayaların oraya büyük mağaralar içine sıkışıp kalan havanın tazyikiyle, bir mantar tabancasından fırlatılan mantarlar gibi yağdırılmış olabileceğini ileri sürmüştü. Jeolojide, ait olduğu yerden uzaklaştırılıp başka yerlere taşınmış kayalara *sapkıntaş* denir, ama *sapkın* terimi on dokuzuncu yüzyılda kayalardan ziyade kuramlar için geçerliydi sanki.

Bü^yük İngiliz jeolog Arthur Hallam’ın öne sürdüğü gibi, eğer jeolojinin on sekizinci yüzyıldaki babası James Hutton İsviçre’yi ziyaret etmiş olsaydı, o oyulmuş vadilerin, cilalanmış yivlerin, çekilmiş deniz kıyılarına alamet eden koca kayaların önemini ve oralardan buz katmanları geçtiğini gösteren başka bir sürü ipucunu bir bakışta görürdü. Ne yazık ki

Hutton seyahat etmezdi. Ama elinde kulaktan dolma anlatılardan başka hiçbir şey olmadığı halde, koca kayaların 1 .000 metre yüksekliğindeki dağ yamaçlarına su baskınlarıyla taşınmış olduğu fikrini hiç düşünmeden reddetti: Dünyanın bütün suları bir araya gelse, bir kayayı asla yüzdüremezdi. Hutton geniş çaplı buzullaşmanın ilk savunucularından biri oldu. Ne yazık ki fikirleri dikkatten kaçtı ve yarım yüzyıl daha, çoğu doğabilimci kayalardaki olukların gelip geçen at arabalarına ya da hatta, altı çivili botlara bağlanabileceği fikrinde ısrar etmeyi sürdürdü.

Halbuki yöre köylüleri, bilimsel ortodoksiye bulaşmadıklarından olsa gerek, daha doğru düşünebiliyorlardı. Doğabilimci Jean de Charpentier, kendisi tarafından nakledildiği üzere, 1834'te İsviçreli bir oduncuyla birlikte taşrada yürürken yol kenarındaki kayalardan söz açıldı. Oduncu, gayet olağan bir tavırla, kayaların epey uzaktaki granit bölgesi Grimsel 'den geldiğini söyledi ona. "Ona bu taşların şimdiki konumlarına nasıl ulaşmış olduğunu sorduğumda, hiç tereddüt etmeden şöyle yanıtladı: 'Grimsel buzulu onları vadinin her iki yamacına taşıdı, çünkü o buzul geçmişte Bem şehri kadar geniş bir alanı kaplıyordu."'

Charpentier'nin ağzı kulaklarına vardı. Benzer bir kanı kendisinde de uyanmış, ama bu görüşü bilimsel toplantılarda gündeme getirdiği zaman hiç dikkate alınmamıştı. Charpentier'nin en yakın arkadaşlarından biri, yine İsviçreli bir doğabilimci olan Louis Agassiz'di. Agassiz bu kurama başlangıçta kuşkuyla yaklaşsa da zamanla aklı yattı, hatta neredeyse ona sahip çıktı.

Agassiz, Paris'te Cuvier'nin yardımıyla öğrenim görmüştü ve şimdi de İsviçre'deki Neuchâtel Üniversitesi'nde Doğa Tarihi Profesörü olarak görev yapıyordu. Agassiz'nin bir diğer arkadaşı olan botanikçi Karl Schimper, 1837'de "buzul çağı" (Almanca'da *Eiszeit)* terimini icat eden ve yalnızca İsviçre Alpleri'nin değil, Avrupa'nın, Asya'nın ve Kuzey Amerika'nın da bir zamanlar kalın bir buz örtüsü altında kaldığına ilişkin sağlam kanıtların varlığına dikkat çeken ilk kişiydi aslında. Radikal bir görüştü bu. Schimper notlarını Agassiz'ye ödünç verdi. Ama sonradan, haklı olarak kendisine ait olduğuna inandığı bir kuram için Agassiz'nin giderek daha fazla prim toplamaya başladığını görünce, bu yaptığına bin pişman oldu. Charpentier de aynı şekilde eski dostuna düşman kesildi. Agassiz'nin bir diğer arkadaşı

olan Alexander von Humboldt bilimsel keşfin üç aşamalı olduğunu gözlemlerken, aklında hiç değilse kısmen Agassiz vardı herhalde: İnsanlar önce keşfin doğruluğunu inkâr eder, sonra önemli olduğunu inkâr eder ve sonunda yanlış kişiye prim verirler.

Yine de Agassiz'nin bu alanı kendisine ait kıldığı yadsınamaz. Buzullaşmanın dinamiğini anlamak için gidilebilecek her yere gitti: Tehlikeli buzul yarıklarının içine girdi, kendisinin ve ekibinin oraya ilk tırmananlar olduğundan habersiz, en yalçın Alp tepelerinin doruklarına çıktı. Hemen her yerde, kuramlarını kabul etmeye yanaşmayanların amansız direnciyle karşılaştı. Humboldt, onu gerçek uzmanlık alanı olan balık fosillerine geri dönmeye ve bu çılgın buz sevdasından vazgeçmeye teşvik etti, ama Agassiz kafayı takmıştı bir kere.

Agassiz'nin kuramı, Britanya'da daha bile az destek buldu, çünkü orada çoğu doğabilimci hayatında hiç buzul görmemişti ve büyük buz kütlelerinin ezici gücünü kavramakta çoğunlukla zorlanıyorlardı. Bir toplantıda, "Çizik ve cilalara sadece *buz* mu yol açtı yani?" diye sormuştu Roderick Murchison, alaycı bir tonla. Belli ki hafif ve camsı bir kırağı tabakasıyla kaplı kayalar canlanıyordu gözünde. Ölene dek, buzulların bu kadar çok şeyi açıklayabileceğine inanan o "buz delisi" jeologlara karşı açık bir ina^azlık dile getirdi. Bir Cambridge profesörü ve Jeoloji Derneği'nin ileri gelen üyelerinden biri olan William Hopkins de aynı görüşe destek vererek, buzun kayaları taşıyabileceği görüşünün toplumun dikkatine sunulmaya değmeyecek ölçüde "saçma mekanik olanaksızlıklar" içerdiğini savundu.

Yine de yolundan dönmeyen Agassiz kuramını geliştirmek için bıkmadan usanmadan seyahat etti. 1840'ta Glasgow'daki İngiliz Bilim Geliştirme Derneği'nin toplantısında bir bildiri okudu ve büyük jeolog Charles Lyell tarafından açıkça eleştirildi. Ertesi sene Edinburgh Jeoloji Derneği, kuramın genel bir değer taşıyor olabileceği ama İskoçya için katiyen geçerli olmadığı yolunda kanaat bildirdi.

Lyell sonunda fikrini değiştirdi. Bu fikir değişikliği, İskoçya'daki aile mülkü civarında bulunan ve daha evvel yüzlerce kez önünden geçtiği bir dizi kayanın oraya ancak bir buzul tarafından taşınmış olabileceğini idrak etmesinden kaynaklandı. Ama tükürdüğünü yalamış durumuna düşmekten korktu ve Buzul Çağı fikrini alenen desteklemeyi gözü yemedi. Agassiz için

asap bozucu bir dönemdi. Evliliği sallantıdaydı, Schimper fikirlerini çaldığı gerekçesiyle ona öfke dolu suçlamalar yöneltiyordu, Charpentier onunla konuşmuyordu ve çağın en büyük jeologu da ona son derece isteksiz ve tereddütlü bir destek vermekle yetiniyordu.

1846’da Agassiz bir dizi konferans vermek üzere Amerika’ya gitti ve özlemini çektiği saygıya nihayet orada kavuştu. Harvard Üniversitesi onu profesörlük kadrosuna atadı ve onun için birinci sınıf bir müze kurdu: Karşılaştırmalı Zooloji Müzesi. Hiç şüphesiz, New England’a yerleşmekle akıllılık etmişti. Çünkü bu bölgenin uzun kışları, ardı arkası kesilmeyen soğuk dönemler fikrine belli bir sempatiyle yaklaşılmasını sağlıyordu. Agassiz’nin Amerika’ya gelişinden altı yıl sonra Grönland’a giden ilk bilimsel keşif heyetinin raporu da Agassiz’nin işine yaradı: Rapora göre bu yarı-kıtanın neredeyse tamamı, tıpkı Agassiz’nin kuramında farz edilen eski buzullara benzer bir buz katmanıyla kaplıydı. En nihayet fikirleri gerçek taraftarlar toplamaya başlamıştı. Agassiz’nin kuramındaki tek önemli kusur, öne sürdüğü buzul çağlarının hiçbir sebebe dayanmamasıydı. Ama yardım hiç beklenmedik bir yerden gelmek üzereydi.

1860’larda, Britanya’daki dergilere ve diğer entelektüel yayınlara, Glasgow’daki Anderson Üniversitesi’nde çalışan James Croll diye birinden, hidrostatik, elektrik ve diğer bilimsel konularda bildiriler gelmeye başladı. Yerküre’nin yörüngesinde meydana gelen değişikliklerin buzul çağlarını nasıl hızlandırmış olabileceği hakkındaki bir bildirisi, 1864’te *Philosophical Magazine'de* yayınlandı ve hemen akabinde, son derece yüksek standartlı bir yapıt olarak kabul görmeye başladı. Sonradan Croll’un bir akademisyen değil, bir hademe olduğu ortaya çıkınca, biraz şaşkınlık ve belki biraz da utanç yaşandı tabii.

1821’ de dünyaya gelen Croll yoksulluk içinde büyümüş ve resmi öğrenimine ancak on üç yaşına kadar devam edebilmişti. Glasgow’daki Anderson Üniversitesi’nde (şimdiki Strathclyde Üniversitesi) görev alana dek türlü türlü işlerde çalışmış, marangozluk, sigorta satıcılığı, otel bekçiliği yapmıştı. Üniversitede çalışmaya başladıktan sonra işinin büyük kısmını erkek kardeşine yaptırmanın bir yolunu buldu. Bu sayede birçok sessiz akşamı üniversite kütüphanesinde fizik, mekanik, astronomi, hidrostatik ve zamanın diğer gözde bilimlerini çalışıp kendi kendini

eğiterek geçirdi. Zamanla, özellikle Yerküre'nin hareketlerine ve bu hareketlerin iklim üzerindeki etkilerine yer veren bir dizi bildiri üretmeye başladı.

Croll, Yerküre yörüngesinin şeklindeki periyodik değişimlerin (yörüngenin eliptik, yani ovalimsi iken neredeyse dairesel bir şekil almasının ve sonra yeniden eliptikleşmesinin) buzul çağlarının başlayış ve bitişlerini açıklayabileceğini öne süren ilk kişiydi. Yerküre iklimindeki değişimler için astronomik bir açıklamayı dikkate almak daha önce kimsenin aklına gelmemişti. Neredeyse tamamen bu ikna edici kuram sayesinde, Britanya'daki insanlar eski zamanlarda Yerküre'ye buzun hâkim olduğu görüşüne daha sıcak bakmaya başladılar. Yaratıcılığı ve yeteneği kabul görünce, Croll İskoçya Jeolojik Araştırma Kurumu'nda görevlendirildi ve pek çok kurum tarafından onurlandırıldı: Mesela Londra'daki Royal Society'ye ve New York Bilim Akademisi'ne üyelik kazandı ve St. Andrews Üniversitesi'nden fahri unvan aldı.

Agassiz'se, tam da kuramının Avrupa'da nihayet fikrinden dönen taraftarlar toplamaya başladığı sıralar, Amerika'da araştırmasını adamakıllı egzotik bölgelere genişletmekle meşguldü. Ekvator civarı dahil hemen her yerde buzullara alamet eden kanıtlar bulmaya başlamıştı. Sonunda buzulların bir zamanlar Yerküre'nin tamamını kaplayarak tüm canlıları ortadan kaldırdığına ve sonradan Tanrı'nın bu canlıları yeniden yarattığına kanaat getirdi. Oysaki ortaya koyduğu hiçbir kanıt böyle bir görüşü desteklemiyordu. Yine de evi bellediği ülkede şanı aldı yürüdü ve sonunda neredeyse bir ilah mertebesine yükseldi. 1873'te öldüğü zaman Harvard onun yerine bir değil, üç profesör atamaya ihtiyaç duydu.

Buna karşın, bazen başkalarının da başına geldiği gibi, kuramları çabucak gözden düştü. Ölümünün üstünden on yıl bile geçmeden, Harvard'daki jeoloji koltuğunu devralan halefi, "birkaç sene önce buzulcu jeologlar arasında pek popüler olan sözümona buzul çağı ... artık tereddütsüz reddedilebilir," diye yazdı.

Sorun kısmen şundan kaynaklanıyordu: Croll'un hesaplamalarına göre en son buzul çağının seksen bin yıl önce yaşanmış olması gerekirdi. Halbukijeolojik kanıtlar, Yerküre'nin bundan çok daha yakın bir tarihte olağanüstü bir tedirginlik geçirdiğini giderek artan bir vurguyla

göstermekteydi. Bir buzul çağını neyin başlatmış olabileceği akla yakın biçimde açıklanamadığından, kuramın tamamı askıya alındı.1900’lerde gökcisimlerinin hareketleri hakkında hiçbir altyapısı olmayan, eğitimi itibariyle bir makine mühendisi olan Milutin Milankoviç adında Sırp bir akademisyen bu konuya beklenmedik bir merak sarmasaydı, kuram uzunca bir müddet daha askıda kalabilirdi. Milankoviç, Croll ’un kuramındaki problemin yanlışlıktan değil, aşırı basitlikten kaynaklandığını fark etti.

Yerküre uzayda yol alırken, yalnızca yörüngesinin uzunluk ve şeklindeki değişimlere değil, güneşe göre konumlanma açısındaki ritmik kaymalara da tabidir. Yerküre’nin eksenel eğimini, derecesini ve salınımını[54] belirleyen bu kaymalar, yeryüzünün herhangi bir parçasına düşen güneş ışığının uzunluk ve yoğunluğunu etkiler. Özellikle de, resmi literatürde yatıklık, yalpalama ve dışmerkezlik diye geçen ve uzun zaman dilimleri içinde meydana gelen üç konum değişimine tabidir. Milankoviç bu kompleks çevrimlerle buzul çağlarının başlayış ve bitişleri arasında bir ilişki olabileceğini düşünüyordu. Sorun şu ki, çevrimler son derece farklı uzunluklardaydı: Sırasıyla takriben 20.000, 40.000 ve 100.000 yıl sürüyor, ama her durumda en fazla birkaç bin yıllık kaymalar olabiliyordu. Dolayısıyla bu çevrimlerin uzun zaman dilimleri içindeki kesişim noktalarını saptamak için neredeyse sonsuz miktarda ince hesap yapmak gerekiyordu. Milankoviç öncelikle, yeryüzünün her bir enlemine bir milyon yıl boyunca her mevsim ulaşan güneş ışınımının açısını ve süresini, durmadan değişen üç değişkene göre ayarlayarak hesaplamak zorundaydı.

Neyse ki bu bıktırıcı uğraş tam da Milankoviç’e göre bir işti. İzleyen yirmi yıl süresince, tatil günlerinde bile hiç ara vermeden, bir kurşunkalem ve bir sürgülü hesap cetveliyle çalışarak çevrimlerinin tablolarını çıkarttı. Bugün bilgisayarla bir iki gün içinde halledilebilecek bir iştir bu. Bütün hesaplan boş zamanlarında yapması gerekiyordu, ama 1914 ’te 1. Dünya Savaşı patlak verip, Milankoviç de Sırp ordusunun yedek asker listesinde yer aldığı gerekçesiyle tutuklanınca, durduk yerde bir sürü boş vakti oldu. Sonraki dört yılın büyük bölümünü Budapeşte’de gevşek bir ev hapsinde geçirdi. Haftada bir polise tebligatta bulunmaktan başka hiçbir yükümlülüğü yoktu. Geri kalan vaktini Macar Bilimler Akademisi’nin kütüphanesinde çalışmaya ayırıyordu. Tarihin belki de en mutlu savaş esiriydi.

Gayretli çalışması, semeresini 1930'da yayımlanan *Mathematical Climatology and the Astronomical Theory of Climatic Changes* (Matematiksel İklimbilim ve İklimsel Değişimlerin Astronomik Kuramı) adlı kitapta verdi. Milankoviç, buzul çağlan ile gezegen salınımları arasında bir ilişki olduğu konusunda haklıydı, ama o da çoğu insan gibi, bu uzun soğuk dönemlerine giderek sertleşen kışların sebep olduğunu sanıyordu. Bu sürecin zannedilenden daha karışık ve çok daha ürkütücü olduğunu gören kişi, Wladimir Köppen adında Rus-Alman bir meteorolog oldu. Köppen, tektonikçi dostumuz Alfred Wegener'ın kayınbabasıydı.

Köppen, buzul çağlarına yol açan sebebin sert geçen kışlardan çok, serin geçen yazlarda aranması gerektiğine karar verdi. Yaz mevsimleri belli bir bölgeye düşen bütün karlan eritemeyecek kadar serin geçerse, karla kaplı topraklara ulaşan güneş ışınlarının daha büyük bir kısmı yansıyıp geri döner ve böylece soğuma etkisi şiddetlenerek daha çok kar yağmasına yol açar. Bu sonuç kendi devamını sağlama eğilimindedir. Biriken karlar bir buz katmanına dönüşürken, bölge daha da soğur ve bu da daha fazla buzun birikmesine zemin hazırlar. Buzulbilimci Gwen Schultz'un belirttiği gibi: "Buz katmanlarının oluşum sebebi ille de yağan karın *miktarı* değil, miktarı ne kadar az olursa olsun karın yağdığı yerde kaldığı gerçeğidir." Sıcaklığın mevsim normallerinin altında seyrettiği tek bir yazın bile bir buzul çağını başlatabileceği düşünülüyor. Kıştan artakalan karlar ısıyı yansıtır ve soğuma etkisini şiddetlendirir. "Kendi kendini büyütücü nitelikte, durdurulamaz bir süreçtir bu ve buz bir kere birikmeye görsün, hareket etmeye başlar," diyor McPhee. Böylece ilerleyen buzullannız ve bir buzul çağınız olur.

1950'lerde, tarihlendirme teknolojisinin kısıtlılığı yüzünden, bilim adanılan Milankoviç'in dikkatle hesaplanmış çevrimlerini o zamanlar buzul çağlan olarak algılanan dönemlerin varsayımsal tarihleriyle ilişkilendiremiyorlardı. Dolayısıyla Milankoviç ve hesaplamaları hızla gözden düştü. Milankoviç 1958'de, çevrimlerinin doğru olduğunu kanıtlayamadan öldü. O zamana gelindiğinde, diye yazıyor John ve Mary Gribbin, "bu modele tarihsel bir antikalıktan öte değer veren jeolog ya da meteorologlar bulmakta çok zorlanırdınız." 1970'lere, yani eski deniz tabanı tortullarını tarihlendirmeye yarayan bir potasyum-argon yöntemi geliştirilene kadar, Milankoviç kuramlarının haklılığı kanıtlanamadı.

Milankoviç çevrimleri buzul çağı çevrimlerini açıklamaya tek başına yetmez. Başka pek çok faktör vardır: Kıtaların konumlan ve kutuplardaki kara kütlelerinin varlığı önemli faktörler arasındadır. Ama bunların spesifik özellikleri çok iyi anlaşılamamıştır. Öte yandan, Kuzey Amerika'yı, Avrasya'yı ve Grönland'ı yalnızca 500 kilometre kuzeye çektiğiniz takdirde dünyayı daimi ve kaçınılmaz buzul çağlarına sokacağınız yönünde görüş bildirenler de olmuştur. Güzel havalarımız olduğu için çok şanslıyız galiba. Buzul çağları arasında geçirilen nispeten yumuşak iklimli buzularası dönemleri daha da az anlıyoruz. Tanının gelişmesinin, kentlerin kurulmasının, matematiğin, yazının, bilimin doğuşunun, kısacası insanlık tarihinin tamamının, havaların güzel gittiği atipik bir zaman diliminde gerçekleştiğini düşünmek biraz tüyler ürpertici doğrusu. Daha evvelki buzularası dönemler sekiz bin yıl kadar kısa sürmüş. Bizimkisiyse on bininci yıldönümünü çoktan geride bıraktı.

Gerçek şu ki, bugün halen bir buzul çağı yaşadığımız söylenebilir. Bu sadece biraz küçük bir buzul çağı. Çoğunluğun sandığı kadar küçük de değil aslında. Son buzullaşma döneminin doruk noktasında, yani aşağı yukarı yirmi bin yıl önce, dünya karalarının yaklaşık yüzde 30'u buz altındaydı. Yüzde 10'u hâlâ öyle. Yüzde 14'ü de permafrost[55] vaziyette. Yeryüzündeki tüm tatlı suların dörtte üçü günümüzde bile buz kesmiş durumda. Ve her iki kutbumuzda da buz takkeleri var. Yerküre tarihinde eşi benzeri görülmemiş bir durum olabilir bu. Dünyanın büyük bölümünde karlı kışlar yaşanması ve Yeni Zelanda gibi ılıman yerlerde bile kalıcı buzullar olması bize gayet doğal görünüyor belki, ama aslında gezegen için son derece olağandışı bir durum.

Tarihinin büyük bölümü boyunca, yani oldukça yakın bir geçmişe kadar, Yerküre hiçbir yerde buz barındırmayacak ölçüde sıcak olma eğilimindeydi. İçinde bulunduğumuz buzul çağı (buzul *bölümü* hatta) yaklaşık kırk milyon yıl önce başladı ve kâh "öldürücü derecede fena" kâh "hiç fena olmayan" dönemler içerdi. Buzul çağları genellikle önceki buzul çağlarının izlerini silip atar, dolayısıyla zamanda ne kadar geriye giderseniz tablo o kadar bulanıklaşır. Ama görünüşe bakılırsa aşağı yukarı son 2,5 milyon yıldır, yani modern insanların atası olan *Homo* erectus'un Afrika'da ortaya çıkışından bugüne, en az on yedi ağır buzul dönemi geçirmişiz. İçinde bulunduğumuz buzul çağının sık sık itham edilen iki sorumlusu,

Himalayaların yükselişi ve Panama Kıstağı'nın oluşumudur. Bunlardan birincisi hava akımlarını, ikincisiyse okyanus akıntılarını bozdu. Bir zamanlar bir ada olan Hindistan son kırk beş milyon yıldır Asya kara kütlesinin içine doğru 2.000 kilometre sokularak yalnızca Himalayaları değil, arkasındaki Tibet platosunu da yükseltti. Hipoteze göre, yükselen coğrafya havayı serinletmekle kalmadı, rüzgârları saptırıp Kuzey Amerika'ya doğru esmelerine yol açarak bu bölgenin uzun süreli soğuklara maruziyetini artırdı. Sonra, yaklaşık beş milyon yıl öncesinden itibaren, Panama denizden yükseldi ve Kuzey ile Güney Amerika arasındaki boşluğu kapatıp Pasifik'le Atlantik arasındaki ılıklaştırıcı akıntıların dolaşımını bozarak, dünyanın en az yarısının yağış kalıplarını değiştirdi. Bu değişimin sonuçlarından biri Afrika'nın kuruması oldu ve bu da maymunların ağaçlardan inip, yeni oluşan savanlarda yeni bir yaşam tarzı aramasına yol açtı.

Her halükarda, okyanus ve kıtaların şimdiki düzenleniş şekline bakılırsa, buzullar geleceğimizin uzun vadeli bir parçası olacak. John McPhee'ye göre, gerçekten uzun ömürlü bir erime dönemi umut edebilmemiz için, her biri 100.000 yıl kadar süren elli buzul dönemi daha geçirmemiz beklenebilir.

Elli milyon yıl öncesine kadar, Yerküre düzenli olarak buzul çağlan geçirmezdi, ama geçirdiği zaman fena halde şiddetli geçirirdi. Yaklaşık 2,2 milyar yıl önce dondurucu bir soğuk egemen oldu ve ardından yaklaşık bir milyar yıl süren sıcaklar geldi. Sonra ilkinden de büyük bir diğer buzul çağına girildi. Bu seferki öyle büyüktü ki, günümüzde bazı bilim adamları olayın meydana geldiği çağı Kriyojeniyen ya da Süper Buzul Çağı diye adlandırıyorlar. Bu durumu tanımlamak için kullanılan daha popüler bir terim, Kartopu Dünya'dır.

Bununla birlikte "Kartopu" terimi koşulların kana susamışlığını anlatmaya yetmez. Kurama göre Yerküre, güneş ışınımının yaklaşık yüzde 6 oranında azalması ve sera gazlarının üretimindeki (ya da korunumundaki) ani düşüş sebebiyle, ısısını muhafaza etme kabiliyetini tümden yitirdi. Adeta her yer Antarktika'ya döndü. Sıcaklıklarda 45 santigrat derece kadar büyük düşüşler oldu. Gezegen yüzeyinin belki de tamamı buz kesti.

Okyanuslardaki buzlanma yüksek bölgelerde 800 metre ve tropik bölgelerde bile onlarca metre kalınlığa ulaştı.

Bu duruma ilişkin bulgular ciddi bir çelişki içerir: Jeolojik kanıtlar ekvator civan dahil her yerde buzlanmaya işaret ederken, biyolojik kanıtlar bir yerlerde mutlaka açık denizler kalmış olması gerektiğini aynı kesinlikle ortaya koyar. Neden derseniz, siyanobakteriler bu çağdan sağ çıkmayı başarmıştır ve onlar fotosentez yapar. Fotosentez yapabilmeleri için gün ışığına ihtiyaçları vardır. Oysa bir buz tabakasının içinden bakmayı denediyseniz sizin de bileceğiniz gibi, buz saydamlığını çabucak yitirir ve yalnızca birkaç metre kalınlığa ulaştıktan sonra hiçbir şekilde ışık geçirmez. Bu konuda öne sürülmüş iki olasılık vardır. Birinci olasılığa göre, küçük bir okyanus, belki sınırlı bir bölgeyi ısıtan bir magma kaynağı sayesinde, ışık geçirgenliğini muhafaza etmiştir. İkinci olasılığa göreyse, buz belki yarısaydam kalmasını sağlayacak biçimde oluşmuştur. Doğada bazen meydana gelebilen bir olaydır bu.

Eğer Yerküre tamamen donduysa, yanıtlanması gereken çok zor bir soruyla karşı karşıyayız demektir: O zaman nasıl olup da yeniden ısınabildi? Buz kesmiş bir gezegen, sonsuza dek donmuş vaziyette kalmasına yol açacak miktarda ısı yansıtmış olsa gerek. Yardım belki de dünyamızın eriyik haldeki içinden geldi. Bugün burada olmamızı bir kez daha tektoniğe borçlu olabiliriz. Yani kurtarıcımız volkanlar oldu: Buza gömülü yüzeyi kırıp dışarı fışkırdılar, muazzam miktarlarda ısı ve gaz pompalayarak karları eritip atmosferi yeniden oluşturdular. Ne ilginçtir ki, bu hiper-soğuk dönemin sonuna damgasını vuran olay Kambriyen patlamadır: yaşam tarihinin ilkbaharı yani. Gelgelelim, bu geçiş baharın gelişi kadar gürültüsüz patırtısız gerçekleşmemiş olsa gerek. Yerküre ısındıkça, tarihinin belki de en sert hava koşullarına sahne oldu. Gökdelen boyunda dalgalar üretebilecek güçte kasırgalar koptu, tarifi mümkün olmayan şiddette yağmurlar yağdı.

Bütün bunlar olup biterken, okyanus dibindeki sıcak su bacalarının yanı başından ayrılmayan tüp solucanları, deniztarakları ve diğer canlılar şüphesiz hiç istiflerini bozmadan yaşamaya devam ettiler, ama yeryüzündeki diğer canlıların tümü topluca yok olmanın eşiğine

muhtemelen ilk kez bu kadar çok yaklaştı. Bunlar çok uzun zaman önceydi ve işin doğrusunu bilmemize olanak kalmadı artık.

Bir “süper buzul çağı” ile karşılaştırıldığında, daha yakın zaman öncesinde meydana gelmiş buzul çağlan gözümüze oldukça küçük görünür, ama elbette günümüzde yeryüzünde bulunan herhangi bir şeyin standartlarına göre hepsi de muazzam büyüklükteydi. Avrupa’nın ve Kuzey Amerika’nın büyük bölümünü kaplayan Wisconsin buz katmanı yer yer 3 kilometre kalınlığındaydı ve yılda yaklaşık 120 metre hızla ilerliyordu. Kim bilir ne muhteşem bir manzaraydı bu. Buz katmanlarının başı çeken kısımlarında bile buz kalınlığı neredeyse 800 metreyi bulabiliyordu. Bu yükseklikte bir buz duvarının dibinde durduğunuzu hayal edin. Duvarın arkasında, milyon kilometrekarelerle ölçülen bir alan boyunca, belki ötedı:;n beriden sivrilen ulu birkaç dağ doruğu dışında göz alabildiğine buz uzanıyor olacak. Onca buzun ağırlığı altında ezilip büzülen koca koca kıtalann, şimdi, yani buzulların çekilmesinden on iki bin yıl sonra bile hâlâ, bellerini doğrultarak yükselmekte olduklarını düşünün bir de. Buz katmanları sıra sıra dizilmiş dev gibi kayaları ve çakıllı buzultaşlarını un ufak etmekle kalmadı, yavaşça kayarak ilerledikçe kocaman kara kütlelerini, mesela Long Island’ı, Cape Cod’u ve Nantucket Adası’nı savurup attı. Agassiz’den önceki jeologların, bluzun coğrafyaları yeniden şekillendirmekteki muazzam kapasitesini idrak etmekte zorlanmış olmalarına şaşmamak lazım.

Buz katmanları yeniden ilerlemeye kalkarsa, cephaneliğimizde onları yollarından alıkoymaya yarayabilecek hiçbir silah yok. 1964’te Alaska’daki Prens William Boğazı’nda, Kuzey Amerika’nın en büyük buzul alanlarından biri, kıtada kaydedilen en şiddetli depremle sarsıldı. Deprem Richter ölçeğiyle 9,2 büyüklüğündeydi. Fay hattı boyunca, kara 6 metre kadar yükseldi. Bu o kadar şiddetli bir depremdi ki, Texas’ta suların havuzlardan dışarı taşmasına sebep oldu. Peki bu eşi görülmemiş patlama Prens William Boğazı’nın buzullarını nasıl etkiledi? Hiç ama hiç etkilemedi. Buzullar depremi bir lokmada yutup yollarına devam ettiler.

Uzunca bir müddet, buzul çağlarına yüz binlerce yıl süren aşamalarla yavaş yavaş girip çıktığımız düşünüldü, ama artık bunun böyle olmadığını biliyoruz.

Grönland’dan temin edilen buz çekirdekleri sayesinde, yüz bin yılı aşkın bir süreyi kapsayan ayrıntılı bir iklim kaydımız var ve bu kaydın çizdiği tablo hiç de iç açıcı değil: Yerküre’nin, yakın tarihinin büyük bölümü boyunca uygarlıklarca algılanan istikrarlı ve durgun gezegenle hiç alakası olmadığını, bir ısınıp bir soğuyan iklim dönemlerine sık sık girip çıktığını gösteriyor.

Son büyük buzullaşmanın sonuna doğru, yani on iki bin yıl kadar önce, Yerküre ısınmaya başladı, hem de oldukça büyük bir hızla. Ama sonra aniden, bilimin Genç Dryas olarak tanımladığı olayla birlikte, yakıcı soğuklara yeniden teslim olup bin sene kadar öyle kaldı. (Dryas adı, bir buz katmanı çekildikten sonra yeniden kolonileşen ilk bitkilerden biri olan arktik dryas bitkisinden gelir. Bir de Yaşlı Dryas dönemi vardır, ama genci kadar sert geçmemiştir.) Bin yıl süren bu acımasız saldırıdan sonra ortalama sıcaklıklar yeniden fırlayarak yirmi sene içinde 4 santigrat derece kadar yükseldi. Bu çok çarpıcı bir artış gibi gözükmeyebilir, ama İskandinavya’nın iklimini yalnızca yirmi sene içinde Akdeniz iklimine çevirmekle birdir. Yöresel değişimler çok daha tesirli oldu. Grönland buz çekirdekleri, bu bölgede sıcaklıkların on yıl içinde 8 santigrat derece kadar yükselerek, yağış kalıplarında ve bitkilerin büyüme koşullarında büyük değişimlere yol açtığını gösteriyor. Bu durum nüfusu zaten kıt bir gezegen için yeterince büyük bir tedirginlik kaynağıydı herhalde. Günümüzde yol açacağı sonuçları ise hayal etmek bile zor.

Asıl korkutucu olan, hangi doğa olaylarının Yerküre termometresinin aklını bu kadar çabuk karıştırabileceği hakkında en ufak bir fikrimizin olmaması. Elizabeth Kolbert’ın Yorker’da yazdığı gibi: “Sıcaklıkları böylesine dengesizce ve buz çekirdeklerinin gösterdiği kadar yoğun bir sıklıkla ileri geri oynatmak, bilinen, hatta varsayılan hiçbir dış kuvvetin harcı değildir.” Galiba, diye ekliyor Kolbert, okyanusları ve okyanus dolaşımının normal kalıplarını da büyük olasılıkla içine alan “uçsuz bucaksız ve korkunç bir geri-besleme döngüsü vardı,” ama bütün bunları anlamaktan henüz epey uzağız.

Bir kurama göre, Genç Dryas döneminin başlangıcında eriyip oluk oluk denizlere akan sular kuzey okyanuslarının tuzluluğunu (ve dolayısıyla yoğunluğunu) azalttı. Böylece Golfstrim Akıntısı’nın, çarpışmadan

kaçmaya yeltenen bir sürücü gibi yön değiştirip güneye kıvrılmasına yol açtı. Golfstrim'in sıcaklığından mahrum kalan kuzey bölgeleri de eski serin hava koşullarına geri döndü. Ama bin sene sonra Yerküre bir kez daha ısındığında Golfstrim'in neden daha önce yaptığı gibi yön değiştirmediği, bu kuramla açıklanamıyor. Golfstrim yön değiştirmediği içindir ki, Holosen diye bilinen, alışılmadık bir durgunluk dönemine girdik, yani şimdi içinde bulunduğumuz zamana.

Bu iklimsel kararlılık döneminin daha uzun süre devam edeceğini düşünmek için hiçbir sebep yok. Hatta bazı otoriteler bizi geçmiştekinden beter zamanların beklediğine inanıyorlar. Küresel ısınmanın Yerküre'nin buzul çağı koşullarına geri dönme eğilimini dengelemeye yaradığına inanmak çok doğal. Gelgelelim, Kolbert'ın da işaret ettiği gibi, kararsız ve tahmini imkânsız bir iklimle karşılaştığınız zaman "yapmak isteyeceğiniz son şey, onun üzerinde büyük ve denetimsiz bir deneye kalkışmaktır." Hatta, göründüğünden daha mantıklı bir açıklamayla, hava sıcaklığındaki artışların bile buzul çağlarını tetikleyebileceğini öne sürenler olmuştur. Bu görüşe göre, havadaki hafif bir ısınma buharlaşma oranlarını yükselterek bulut örtüsünü artırır ve daha yüksek bölgelerde daha kalıcı kar birikintilerinin oluşmasına yol açar. Hatta küresel ısınma, paradoksal ama akla yakın bir olasılıkla, Kuzey Amerika ve Kuzey Avrupa'da bazı yörelerin büyük ölçüde serinlemesine sebep olabilir.

İklim, inip çıkan karbondioksit düzeyleri, kıtaların kayması, güneşin etkileri, Milankoviç çevrimlerinin görkemli salınımları gibi, öyle çok sayıda değişkenin ürünüdür ki, geçmişte olanları anlamak, gelecekte olacakları tahmin etmek kadar zordur. Bu olayların çoğu bizi aşar. Alın işte Antarktika. Antarktika Güney Kutbu'na yerleştikten sonra en az yirmi milyon yıl boyunca bitkilerle kaplı ve buzsuz bir bölge olarak kaldı. Oysa bunun katiyen mümkün olmaması gerekirdi.

Son dinozor nesillerinin bilinen bazı türleri de az acayip değildir. Ingiliz jeolog Stephen Drury, Kuzey Kutbu'na en çok 10 derece uzaklıktaki ormanlarda *Tyrannosaurus Rex* dahil son derece vahşi bazı hayvanların yaşamış olduğuna dikkat çeker. "Bu çok gariptir," diye yazar, "çünkü böylesine yüksek bir enlem, yılın üç ayı sürekli karanlıkta kalır." Dahası, bu yüksek enlemlerde kışların çok sert geçtiğini gösteren kanıtlar da var artık.

Oksijen izotop analizleri, Geç Kretase döneminde Alaska’daki Fairbanks civarında iklimin aşağı yukarı şimdikiyle aynı olduğunu gösteriyor. O halde *Tyrannosaurus'un* orada ne işi vardı? Ya mevsimi geldiğinde çok uzaklara göçüyordu, ya da yılın büyük kısmını karanlıkta, kar yığıntıları içinde geçiriyordu. O zamanlar konumu itibariyle kutba daha yakın olan Avustralya’daysa, kaçıp ılıman iklimlere sığınma olanağı yoktu. Dinozorların bu koşullar altında yaşamayı nasıl becerdiği konusunda fikir yürütmekten başka çaremiz yok.

Aklımızdan çıkmaması gereken bir husus daha var: Buz katmanlarının herhangi bir sebeple yeniden oluşmaya başlaması halinde, yeryüzünde onlara kaynaklık edebilecek su miktarı çok daha fazla artık. Büyük Göller, Hudson Körfezi, Kanada’daki sayısız göl... Bunlar son buzul çağı başladığında yerlerinde değildi. Onlar buzulları beslemedi, buzullar onları yarattı.

Öte yandan, tarihimizin bundan sonraki safhası daha fazla buz oluşumuna değil, çok fazla buz erimesine sahne olabilir. Eğer bütün buz katmanları erirse, deniz seviyeleri 60 metre, yani yirmi katlı bir bina boyu yükselir ve dünyadaki her kıyı kenti sular altında kalır. Batı Antarktik buz katmanının çökmesi, en azından kısa vadede daha olası. Son elli yıl içinde bu buz katmanını çevreleyen sular 2,5 santigrat derece ısındı ve çökme olaylarında çarpıcı bir artış kaydedildi. Bölgenin jeolojik özelliklerinden ötürü, büyük ölçekli bir çökme olayı eskisinden daha mümkün hale geldi. Böyle bir şey olursa, deniz seviyeleri ortalama 4,5 ila 6 metrelik, küresel ve hayli hızlı bir yükseliş gösterir.

Ne sıradışı bir gerçektir ki, hangisinin daha olası olduğunu bilmiyoruz: bizi çağlar boyu sürecek dondurucu soğuklara maruz bırakacak bir gelecek mi, yoksa aynı derecede uzun sürecek bunaltıcı sıcaklara boğacak bir gelecek mi? Kesin olan tek şey var: Bıçak sırtında yaşıyoruz.

Gerçi buzul çağları uzun vadede gezegen için hiçbir bakımdan kötü haber sayılmaz. Kayaları ufalar, arkalarında muhteşem zenginlikte yeni topraklar bırakır, yüzlerce canlı türüne bereketli beslenme olanakları sağlayan tatlı su gölleri kazarlar. Canlıları göç etmeye kışkırtır, gezegenin dinamik kalmasını sağlarlar. Tim Flannery’nin dediği gibi: “Bir kıta halkının akıbetini belirlemek için sormanız gereken tek bir soru vardır:

‘Buzul çağın iyi geçti mi?”’ Bunu aklımızda tutarak, buzul çağı gayet iyi geçmiş bir maymun türüne bakmanın sırası geldi artık.

28

ESRARENGİZ İKİAYAKLI

1887 Noel’inden hemen önce, Hollandalılara özgü bir ad taşımayan Hollandalı doktor Marie Eugene François Thomas Dubois, yeryüzündeki en eski insan kalıntılarını bulmak niyetiyle Doğu Hint Adaları’ndaki Sumatra’ya ulaştı.[-]

Bunda yadırganacak birkaç husus vardı. Öncelikle, daha evvel kimse eski insan kemikleri aramaya kalkışmamıştı. O zamana dek bulunmuş olan her şey tesadüfen bulunmuştu ve Dubois’nın hiçbir vasfı onun bu süreci amaçlı bir araştırmaya çevirmek için ideal aday olduğunu düşündürmüyordu. Eğitimi itibariyle, paleontolojik bilgi birikiminden yoksun bir anatomi uzmanıydı. Doğu Hint Adaları ’nda ilk insanlardan kalma kemikler bulunduğuna inanmak için de ortada hiçbir özel sebep yoktu. Eski insan kalıntıları bulmak isteyenlerin bir takımadanın nispeten ulaşılmaz topraklarına değil, ezelden beri insan nüfusları barındırmış büyük kara kütlelerine bakmaları mantıken daha doğru olurdu. Dubois’nın Doğu Hint Adaları’na gitmesinin, bir önseziden, oralarda iş bulmanın kolaylığından ve Sumatra’nın mağaralarla dolu olduğu gerçeğinden daha güçlü bir sebebi yoktu. Önemli insansı (hominid) fosillerinin çoğu, o zamana dek hep mağara ortamlarında bulunmuştu. Bu teşebbüsün en beklenmedik, hatta neredeyse mucizevi yanıysa, Dubois’nın aradığını bulması oldu.

Dubois’nın eksik halkayı[1] aramaya karar verdiği sıralar, fosil kayıtları insan fosilleri açısından çok fakirdi: Beş noksan Neandertal iskeletinden, kaynağı meçhul bir çene kemiği parçasından ve Fransa’daki Les Eyzies yakınlarında, CroMagnon denilen sarp kayalıklardaki bir mağarada demiryolu işçileri tarafından kısa süre önce bulunan yarım düzine kadar buzul çağı insanından ibaretti. Neandertal örneklerinin en iyi muhafaza edileni, Londra’da gözlerden ırak bir rafta kaderine terk edilmişti. Bu örnek 1848’de Cebelitarık’taki bir taşocağında kayaları havaya uçuran işçiler tarafından bulunmuştu, dolayısıyla sağlam kalması bile mucizeydi, ama ne

yazık ki henüz kıymetini anlayan çıkmamıştı. Cebelitank Bilim Demeği'nin bir toplantısında kısaca tanımlandıktan sonra Londra'daki Hunterian Müzesi'ne yollanmış ve arada sırada tozunu almaya gelenler dışında kimsenin dikkatini çekmeden, yanın yüzyıldan süre orada beklemişti. Hk resmi tanımı 1907'ye değin yazılmadı, ki o zaman da William Sollas adında, "anatomi alanındaki yeterliği sınırlı" bir jeolog tarafından tanımlandı.

Böylece ilk insan fosillerinin keşfedildiği yer olma şerefi, Almanya'daki Neander Vadisi'ne nasip oldu: Ne esrarengiz bir tesadüftür ki, Yunanca'da *Neander* "yeni insan" manasına gelir. 1856'da Neander Vadisi'nde, Düssel Nehri'ne tepeden bakan sarp bir yamaç üzerindeki bir diğer taşocağında çalışan işçiler, acayip bazı kemikler buldular ve onları doğaya ilgi duyduğunu bildikleri bir öğretmene teslim ettiler. Johann Karl Fuhlrott adındaki bu öğretmen kemiklerin yeni bir insan çeşidine ait olduğunu anladı. Gerçi onların tam olarak ne olduğu ve ne kadar özel olduğu daha uzunca bir müddet tartışılacaktı.

Çoğu insan Neandertal kemiklerinin çok yaşlı olduğunu bile kabullenmeye yanaşmıyordu. Sözü geçer bir adam olan Bonn Üniversitesi profesörlerinden August Mayer, kemiklerin 1814'te Almanya'da savaşırken vurulan ve sürüne sürüne girdiği mağarada can veren bir Moğol Kazak askerine ait olduğu ve başkaca bir öneminin bulunmadığı konusunda ısrarcıydı. İngiltere'de bunu duyan T. H. Huxley, söz konusu askerin ölümcül bir yara almış olmasına karşın uçurumdan yukarıya on sekiz metre tırmanmış, giysilerini çıkarıp özel eşyalarından kurtulmuş, mağara girişini sıkı sıkı kapamış ve kendi kendini yarım metre toprağa gömmüş olmasını son derece çarpıcı bulduğunu alayla ifade etti. Neandertal'in fırlak alın çıkıntısına kafa yoran bir diğer antropolog, bu çıkıntının yanlış kaynamış bir ön kol kırığının acısı yüzünden uzun süre kaş çatmaktan ileri geldiğini savundu. (Otoriteler, ilk insanlar fikrini reddetmeye can attıklarından, genellikle en mantıkdışı olasılıkları bile benimsemeye razıydılar. Tam da Dubois'nın Sumatra'ya doğru yola çıktığı sıralar, Perigueux'de bulunan bir iskeletin kesinlikle bir Eskimo'ya ait olduğu resmen duyuruldu. Eski bir Eskimo'nun Güneybatı Fransa'da ne işinin olduğuysa hiçbir zaman doğru dürüst açıklanamadı tabii. İskelet ilk Cro-Magnon İnsanları'ndan birine aitti aslında.)

İşte Dubois böyle bir ortamda eski insan kemikleri aramaya koyuldu. Kazıları kendisi yapmıyor, Hollanda otoritelerinden ödünç aldığı elli mahkûm kullanıyordu. Sumatra'da bir yıl çalıştıktan sonra Cava'ya geçtiler. 1891'de Cava'da, günümüzde Trinil kafatası başlığı diye anılan eski bir kemik parçası buldular. Dubois'nın kazı bölgelerine nadiren teşrif ettiği dikkate alınırsa, bu keşfi emrindeki ekibe mal etmek daha doğru olur. Bulunan kemik, kafatasının yalnızca küçük bir parçasını oluşturduğu halde, sahibinin belli ki hiç insana benzemeyen yüz hatlarına, ama herhangi bir maymununkinden daha büyük bir beyne sahip olduğunu gösteriyordu. Dubois ona (sonradan teknik sebeplerden ötürü *Pithecanthropus erectus* olarak değiştirilen) *Anthropithecus erectus* adını verdi ve onun maymunlarla insanlar arasındaki eksik halka olduğunu açıkladı. Kemik çabucak "Cava insanı" olarak benimsendi. Bugün onu *Homo erectus* diye tanıyoruz.

Ertesi sene Dubois'nın işçileri, şaşırtıcı derecede modem görünen, neredeyse eksiksiz bir uyluk kemiği buldular. Aslına bakarsanız birçok antropolog onu *hâlâ* modem bulur ve Cava Insanı'yla hiç alakası olmadığını düşünür. Bu kemik gerçekten de bir *erectus* kemiğiyse bile, o zamandan bu yana bulunmuş başka hiçbir *erectus* kemiğine benzemez. Yine de, Dubois bu uyluk kemiğini *Pithecanthropus'un* iki ayağı üstünde yürüdüğü sonucuna varmak için kullandı. Ve doğru düşündüğü sonradan ortaya çıktı. Ayrıca, elinde bir parça kafatası ve bir dişten başka hiçbir şey olmadığı halde, iskeletin tamamının bir modelini üretti. Bu model de yine esrarengiz biçimde doğru çıkacaktı.

Dubois 1895'te, kahramanlar gibi karşılanmayı umarak Avrupa'ya döndü. Ama beklediğinin neredeyse tam tersi bir tepkiyle karşılaştı. Çoğu bilim adamı onun vardığı sonuçlardan da, sonuçlarını sunarken takındığı kibirli tavırdan da hiç hoşlanmamıştı. Kafatası başlığı, diyorlardı, bir ilk insana filan değil, bir maymuna, muhtemelen bir jibona aitti. Dubois, savına destek bulmak umuduyla, 1897'de Strasbourg Üniversitesi'nden Gustav Schwalbe adında saygın bir anatomi uzmanının kafatası başlığını incelemesine izin verdi. Ama Dubois'yı şaşkına çeviren bir gelişmeyle, Schwalbe'nin bu konuda yazdığı monografi Dubois'nın kaleminden çıkmış hiçbir yapıtın kazanmadığı kadar popülarite kazandı. Hemen akabinde gerçekleştirdiği konferanslarda da, sanki kafatasım topraktan kendisi çıkarmış gibi son derece sıcak bir ilgiyle göklere çıkarıldı. Yılgınlığa

kapılıp hayatına küsen Dubois, Amsterdam Üniversitesi’nde silik bir jeoloji profesörü olarak kabuğuna çekildi ve sonraki yirmi yıl süresince kıymetli fosillerini bir daha hiç kimsenin incelemesine izin vermedi. 1940’ta ölene kadar mutsuz yaşadı.

Bu arada, yarım dünya ötede, Johannesburg’daki Witwatersrand Üniversitesi’nin Avustralya doğumlu anatomi bölüm başkanı Raymond Dart’a, 1924 sonlarında küçük ama eksiksiz bir kafatası gönderildi. Kafatası, tozlu topraklı Taung bölgesinden, Kalahari Çölü kıyısındaki bir kireçtaşı ocağından çıkarılmıştı. Bir çocuğa ait olan bu kafatasının, hiç zarar görmemiş bir yüzü, bir alt çenesi ve endocast diye adlandırılan doğal bir beyin kalıbı vardı. Dart, Taung kafatasının Dubois’nın Cava insanı gibi *Homo erectus’a* değil, daha eski, daha maymunumsu bir yaratığa ait olduğunu bir bakışta anladı. Yaşını iki milyon yıl olarak belirledi ve ona *Australopithecus afriçanus* (“Afrika’nın güneyli maymun adamı”) adını verdi. Dart, *Nature'a* verdiği demeçte Taung kalıntılarını “şaşılası ölçüde insani” diye nitelendirdi ve buluntuyu yerleştirmek için *Homo simiadae* (“insan maymunlar”) diye adlandırılacak yepyeni bir familyaya ihtiyaç hasıl olduğunu ileri sürdü.

Otoritelerin Dart’a verdikleri tepki Dubois’ya verdiklerinden bile sert oldu. Dart’ın kuramıyla ilgili her şey, hatta Dart’la ilgili her şey onlan sinirlendiriyordu. Avrupa’daki daha kıdemli uzmanların yardımına başvurmak varken analizi kendisi üstlenerek, acınacak derecede küstah olduğunu kanıtlamıştı bir kere. Yunanca ve Latince kökleri birleştirerek kafatasına *Australopithecus* adını vermesi bile, bilimsel uygulamalardaki cehaletini ortaya koyuyordu. Hepsi bir yana, vardığı sonuçlarla geleneksel ilme saygısızlık ediyordu. insanlarla maymunların en az 15 milyon yıl önce Asya’da birbirlerinden ayrılmış oldukları konusunda herkes hemfikirdi. Şayet insanlık Afrika’dan doğduysa, bizler de *Negroid*[57]mi oluyorduk yani, Tanrı aşkına? Bugün birinin çıkıp insanların atalarına ait kemikleri sözgelimi Missouri’de bulduğunu ilan etmesiyle birdi bu. Bilinenlerle uyuşmuyordu.

Dart’ın dikkate değer yegâne destekçisi, iskoçya doğumlu hekim ve paleontolog Robert Broom’du. Broom’un son derecede parlak bir zekâsı ve alışılagelmişin dışında, renkli bir kişiliği vardı. Hava sıcakken, ki genellikle

öyleydi, saha araştırmasını çırılçıplak yapmak mesela, Broom'un âdetindendi. Aynca yoksul ve uysal hastalan üzerinde şüpheli anatomik deneyler yapmasıyla da tanınırdı. Hastalar ölünce, ki çoğunlukla ölürlerdi, cesetlerini sonradan çıkarıp inceleyebilmek için onlan bazen arka bahçesine gömdüğü olurdu.

Broom başarılı bir paleontologtu ve Güney Afrika'da yaşadığı için Taung kafatasım ilk elden inceleyebilmişti. Buluntunun Dart'ın düşündüğü kadar önemli olduğunu derhal anlayıp Dart'ı kuvvetle savundu, ama ne fayda. Sonraki elli yıl boyunca Taung Çocuğu'nun bir maymun olduğu ve başkaca hiçbir şey olmadığı görüşü geniş çapta kabul gördü. Çoğu ders kitabında bahsi bile geçmedi. Dart bir monografi hazırlamak için beş sene uğraştı, fakat kimseyi onu yayınlamaya razı edemedi. Sonunda monografisini yayınlatma sevdasından tamamen vazgeçti. (Ama fosil avlamaya devam etti.) Bugün antropolojinin en kıymetli hazinelerinden biri sayılan kafatası, yıllarca bir meslektaşın masasında kâğıt ağırlığı olarak durdu.

Dart'ın 1924'te keşfini açıkladığı sıralar, bilinen yalnızca dört eski insansı kategorisi vardı: *Homo heidelbergensis, Homo rhodesiensis,* Neandertal'ler ve Dubois'nın Cava insanı. Ama bu durum adamakıllı değişmek üzereydi.

Önce, Çin'de, Davidson Black adında yetenekli bir Kanadalı amatör, Dragon Bone Hill (Ejderha Kemiği Tepesi) denilen yerde kemik aramaya koyuldu. Buranın kemik avcıları arasında yöresel bir şöhreti vardı. Ne yazık ki Çinliler kemikleri incelenmek üzere ayırıp saklayacaklarına, ilaç yapımında kullanılmak üzere öğütürlerdi. Kaç tane paha biçilmez *Homo erectus* kemiğinin Çinlilere mahsus bir çeşit sodyum bikarbonata dönüştüğünü Tanrı bilir. Black oraya varana kadar, arazi iyice soyulup soğana çevrilmişti, ama Black yine de tek bir fosilleşmiş azıdişi bulmayı başardı ve sırf buna dayanarak, çok geçmeden Pekin insanı diye anılmaya başlanacak olan *Sinanthropus pekinensis'm* keşfini cümle âleme ilan etti.

Black'in teşvikiyle daha kararlı kazılar gerçekleştirildi ve daha pek çok kemik bulundu. Ne yazık ki hepsi de 1941'de Japonların Pearl Harbor'a saldırmalarını izleyen gün kayıplara karışacaktı: ABD Deniz Piyadeleri'ne bağlı bir grup asker, kemikleri (ve kendilerini) ülkeden kaçırmaya çalışırken

Japonlar tarafından yakalanıp tutsak edildiler. Sandıklarda kemikten başka bir şey olmadığını gören Japon askerleri hepsini yol kenarında bırakıp gittiler. Onları bir daha ne gören oldu, ne de duyan.

Bu arada, yine Dubois'nın eski mıntıkası Cava'da, Ralph von Koenigswald liderliğindeki bir ekip, bir ilk insan topluluğu daha bulmuştu. Kemikler Ngandong'daki Solo Irmağı'nda keşfedildiğinden, bu topluluk Solo insanları olarak tanınacaktı. Farkına çok geç varılan bir taktik hatası yapılmasaydı, Koenigswald'ın buluntusu daha da etkileyici olabilirdi: Koenigswald yerlilere bulacakları her bir parça insansı kemiği için on sent ödeyeceğini söylemiş, ama yerlilerin gelirlerini çoğaltmak için iri parçaları kırıp küçük parçalara bölmekte olduklarım dehşetle fark ettiğinde iş işten geçmişti.

İzleyen yıllarda başka kemikler bulunup tanımlandıkça, listeye daha bir sürü yeni isim eklendi: *Homo aurignacensis, Australopithecus transvaalensis, Paranthropus crassidens, Zinjanthropus boisei* ve daha neler neler. Bunların hemen hepsi yeni bir tür adının yam sıra yeni bir cins adı da içeriyordu. 1950'lere gelindiğinde, isimlendirilen insansı tiplerinin sayısı yüzü rahat aşmıştı. Sanki bu karmaşanın üstüne tuz biber ekmek istercesine, paleontologlar sınıflandırmaları ayıklar, yeniden düzenler ve hakkında hırgür ederlerken, belli bazı formlar bir sürü farklı isimle anılır oldu. Solo insanları mesela, aynı zamanda *Homo soloensis, Homo primigenius asiaticus, Homo neanderthalensis soloensis, Homo sapiens soloensis, Homo erectus erectus* ve son olarak, yalnızca *Homo erectus* olarak tanınıyordu.

Duruma çekidüzen vermek amacıyla, 1960'ta Chicago Üniversitesi'nden F. Clark Howell, önceki onyılda bu konuda fikir beyan etmiş olan Emst Mayr'ın ve diğerlerinin izinden giderek, cins sayısını ikiye indirip *Australopithecus* ve *Homo* ile sınırlamayı ve türlerden birçoğunu ayıklamayı önerdi. Böylece Cava insanı da Pekin insanı da *Homo erectus* diye adlandırıldı. Bu sayede bir süreliğine insansılar[2] dünyasına düzen hâkim oldu. Ama uzun sürmeyecekti.

Nispeten sakin geçen yaklaşık on yıl sonunda, paleoantropoloji (eski insanlar bilimi) verimli keşiflerle dolu bir diğer hareketli döneme girdi ve bu dönem hâlâ aynı yoğunlukla devam ediyor. 1960'lar, kimilerince

maymunlarla insanlar arasındaki eksik halka olarak görülen, ama kimilerince de ayrı bir tür bile olmadığı düşünülen *Homo habilis'i* üretti. Sonra (başka birçoklarının yanı sıra) *Homo ergaster, Homo louisleakeyi, Homo rudolfensis, Homo microcranus, Homo antecessor* ve ayrıca, *A. afarensis, A. praegens, A. ramidus, A. walkeri, A. anamensis* gibi sürüyle *Australopithecus* geldi. Bugün literatürde adı geçen yirmi kadar insansı tipi var. Ne yazık ki, iki uzmanın aynı yirmi insansıyı tanıdığına neredeyse hiç rastlanmıyor.

Kimileri 1960'ta Howell tarafından önerildiği gibi iki cins insansı gözlemlemeye devam ediyor, ama kimileri de *Australopithecus'lardan* bazılarını *Paranthropus* adı verilen ayrı bir cinse yerleştiriyor. Bu üç cinse *Ardipithecus* denen daha eski bir grup ekleyenler de var. Kimileri *praegen* 'leri *Australopithecus'a,* kimileriyse *Homo antiquus* denilen yeni bir sınıfa sokuyor, ama çoğunluk *praegen'leri* ayrı bir tür olarak bile tanımıyor. Bu konuları hükme bağlayan merkezi bir otorite yok. Bir isim ancak genel mutabakat sağlandığı takdirde kabul görüyor, o da pek sağlanamıyor zaten.

Sorunun büyük bölümü, paradoksal görünse de kanıt kıtlığından kaynaklanıyor. Dünya dünya olalı beri, üzerinde birkaç milyar insan (ya da insanımsı) varlık yaşamış ve bu varlıkların her biri genel insan soyuna biraz genetik değişkenlik katmış. Oysa insanın tarihöncesi hakkında anlayabildiklerimizin tamamı, bu birkaç milyar varlıktan belki en fazla beş bin tanesinin çoğunlukla un ufak olmuş kalıntılarına dayanıyor. New York'taki Amerikan Doğa Tarihi Müzesi'nin sakallı ve cana yakın antropoloji küratörü lan Tattersall, "Hepsini birbirine katmaktan korkmasaydınız, elimizdeki kalıntıların tamamını bir pikap kamyonetin arkasına sığdırabilirdiniz," diye yanıtladı beni, insansı ve ilk insan kemiklerinin dünyadaki toplam arşiv boyutunu sorduğum zaman.

Kemikler zamana ve mekâna eşit olarak dağılmış olsaydı, bu kıtlık çok da büyük sorun yaratmazdı, ama elbette böyle bir eşit dağılım söz konusu değil. Rasgele çıkıyorlar meydana, çoğu zaman kıvrandıra kıvrandıra. *Homo erectus* bir milyon yıldan epeyce uzun bir süre yeryüzünde yürüdü ve Avrupa'nın Atlantik kıyısından Çin'in Pasifik kıyısına kadar pek çok yeri kendine yurt edindi. Gelgelelim varlığını kanıtlayabildiğimiz her *Homo erectus* bireyini yaşama geri döndürebilseydiniz, hepsi bir okul otobüsünü

doldurmazdı. *Homo habilis*’ten artakalanlar daha da az: yalnızca iki eksik iskelet ve birbirinden ayrı birtakım kol ve bacak kemikleri. Bizimkisi kadar kısa ömürlü bir uygarlığın fosil kayıtlarında hiç iz bırakmayacağına kesin gözüyle bakılabilir.

Avrupa’dan örneklerle açıklıyor Tattersall: “Gürcistan’da yaklaşık 1,7 milyon yıl öncesine tarihlendirilmiş insansı kafatasları var, ama bu tarihe en yakın olan ve kıtanın öbür ucundaki ispanya’da bulunan kalıntılar 800.000 yıl öncesine ait. Yani neredeyse bir milyon yıllık bir gedik var arada. Almanya’da bulunan bir *Homo heidelbergensis’i* tarihlendirdiğinizdeyse 300.000 yıllık bir diğer gediğiniz daha oluyor. Üstelik bu buluntulardan hiçbirinin bir diğerine çok benzediği de söylenemez.” Gülümsedi. “Bütün türlerin tarihlerini işte böyle bölük pörçük parçalardan çıkarmaya çalışıyoruz. iğneyle kuyu kazmak gibi bir şey bu. Birçok eski tür arasındaki ilişkiler hakkında aslında çok az fikrimiz var. Hangileri sonunda bize evrimleşti ve hangileri evrimin çıkmazları olarak kaldı? Bazıları muhtemelen ayrı türler olarak görülmeyi bile hak etmiyor.”

Her yeni buluntuyu böylesine beklenmedik ve diğerlerinden böylesine farklı kılan, kayıtların bölük pörçüklüğüdür. Tarihsel kayıtlara düzenli aralıklarla dağılmış on binlerce iskeletimiz olsaydı, farklılık dereceleri hissedilir oranda azalırdı. Yeni türler fosil kayıtlarının ima ettiği gibi bir anda ortaya çıkmaz, var olan diğer türlerden zamanla evrimleşir. Geçmişteki bir farklılaşma noktasına ne kadar yaklaşırsanız, benzerlikler o kadar yakınlaşır, dolayısıyla bir Geç *Homo erectus’u* bir Erken *Homo sapiens'ten* ayırt etmek giderek zorlaşır, hatta bazen imkânsızlaşır, çünkü her birinin ikisi birden ya da hiçbiri olması muhtemeldir. Bölük pörçük kalıntılara dayanarak bir buluntuyu tanımlamak gerektiğinde de benzeri uzlaşmazlıklar gündeme gelebilir: eldeki kemiğin dişi bir *Australopithecus boisei’yi* mi, yoksa erkek bir *Homo habilis'i* mi temsil ettiğine karar vermek gerektiğinde mesela.

Doğruluğundan emin olunabilecek veriler bu kadar azken, bilim adamları yakın çevrede bulunmuş başka objeleri temel alan varsayımlar üretmeye çoğunlukla mecbur kalırlar ve bunlar da cesur tahminler olmaktan öteye gitmeyebilir. Alan Walker’la Pat Shipman’ın muzipçe gözlemledikleri gibi, araç gereç keşfini çevrede en çok rastlanan yaratık türleriyle

ilişkilendirmeye kalksanız, ilk el aletlerinin çoğunlukla antiloplarca yapılmış olduğu sonucuna varmak zorunda kalırsınız. Bu karmaşanın belki de en iyi örneği, *Homo habilis'i* oluşturan bölük pörçük çelişki yumağıdır. En basit ifadeyle, *habilis* kemikleri hiçbir şey ifade etmez. Sıraya sokulduklarında erkeklerin ve dişilerin farklı hızlarla ve farklı istikametlerde evrimleştiğini gösterirler: Erkeklerin zamanla maymuna benzerlikleri azalıp, insana benzerlikleri artmış, aynı dönemde yaşamış dişilerse insanlıktan giderek uzaklaşıp maymuna benzemişlerdir. Bazı otoriteler habi/is'in geçerli bir kategori oluşturduğuna bile inanmaz. Tattersall ve meslektaşı Jeffrey Schwartz onu "çöp sepeti tür" diye yabana atarak, alakasız fosillerin "rahatça içine süpürülebileceği" bir çöp sepeti olarak görür. *Habilis'i* bağımsız bir tür olarak görenler bile onun bizimle aynı cinsten mi geldiği, yoksa asla dikiş tutturamamış bir yan dal mı olduğu konusunda anlaşamazlar.

Sonuncu ama belki de en önemlisi, insan doğasının bu karmaşada rol oynamasıdır. Bilim adanılan, buluntuları kendi saygınlık düzeylerini azami derecede yükseltecek biçimde yorumlamaya doğal olarak eğilimlidir. Eski bazı kemikler bulduğunu, ama bu konuda çok da heyecanlanmaya hacet olmadığını ilan eden bir paleontologa nadiren rastlanır. Ya da John Reader'ın *Missing Links* (Eksik Halkalar) adlı kitapta yeterince vurgulamadan gözlemlediği gibi: "Yeni kanıtlara dair ilk yorumların çoğu zaman bulucusunun önyargılarını doğrular nitelikte olması fevkalade ilginçtir."

Bütün bunlar tartışmaya fazlasıyla açıktır elbette ve tartışmayı da kimse paleoantropologlardan çok sevemez. "Bütün bilimsel disiplinler arasında belki de en ego tatmin edici olanı paleoantropolojidir," diyor, kısa süre önce yayımlanan *Java Man* (Cava İnsanı) adlı kitabın yazarları. Aynı kitapta başkalarının yetersizliklerine upuzun pasajlarla ve harikulade bilinçsizce saldırılmış olması dikkat çekicidir. Üstelik bu saldırıların baş hedefi, yazarların eski çalışma arkadaşı Donald Johanson olmuştur. İşte küçük bir örnek:

Enstitüde birlikte çalıştığımız günlerde, [Johanson] saldırganlığıyla talihsiz ama haklı bir nam salmıştı. Hiç beklenmedik anlarda sesini yükselterek kişisel hakaretlerle insanlara sataşır, bazen bu sataşmalara

etrafa kitap atmak ya da eline geçirebildiği başka ne varsa fırlatmak gibi davranışlar da eşlik ederdi.

İnsanın tarihöncesi hakkında, bir tarihöncemizin muhakkak var olduğu gerçeği dışında, bir yerlerde birilerinin itirazıyla karşılaşmadan söylenebilecek çok az şey var. Bunu aklımızda tutarak özetlersek, kim olduğumuz ve nereden geldiğimiz hakkında bildiğimizi sandığımız tek şey kabaca şundan ibarettir:

Organizmalar olarak tarihimizin ilk yüzde 99,99999'u süresince, şempanzelerle aynı soyu paylaştık. Şempanzelerin tarihöncesi hakkında bilinenler yok denecek kadar azdır, ama onlar o zaman neydiyseler, bizler de oyduk. Derken, yaklaşık yedi milyon yıl önce çok önemli bir şey oldu. Afrika'nın tropik ormanlarında yeni bir canlı topluluğu ortaya çıkıp, açık savanlarda dolanmaya başladı.

Bunlar *Australopithecus'lardı* ve sonraki beş milyon yıl boyunca dünyanın dominant insansı türleri olacaklardı. *(Austral* "güneyli" anlamındaki Latince sözcükten gelir. Yani bu terimdeki *austral'm.* Avustralya ile hiç alakası yoktur.) *Australopithecus'larm* birkaç çeşidi vardı: Bazıları Raymond Dart'ın Taung Çocuğu gibi zayıf ve ince yapılı, bazıları daha gürbüz ve iriyarıydı, ama hepsi de iki ayak üstünde yürüyebiliyordu. Bu türlerden bazıları bir milyon yılı hayli aşkın bir süre soylarını devam ettirirken, bazıları daha mütevazı birkaç bin yıl yaşayabildiler. Ama aralarından en başarısızlarının bile bizim şimdiye dek başarabildiğimizin birkaç misli uzunlukta tarihleri olduğunu aklımızdan çıkarmamakta yarar var.

Dünyanın en meşhur insansı kalıntıları, 1974'te Donald Johanson liderliğindeki bir ekip tarafından Etiyopya'daki Hadar'da bulunan 3,18 milyon yıllık bir *Australopithecus'a* ait olanlardır. Resmi adı A.L. ("Afar Locality"[3]) 288-1 olan bu iskelet, herkesçe Lucy olarak tanınıp benimsendi. Bu adın ilham kaynağı, Beatles'ın "Lucy in the Sky with Diamonds" adlı şarkısıydı. Johanson, Lucy'nin öneminden hiç şüphe etmemiş, "O bizim en yaşlı atamızdır, maymunla insan arasındaki eksik halkadır," demişti.

Lucy ufacık tefecik bir şeydi: Yalnızca bir metre boyundaydı. Yürüyebiliyordu, ama bunu ne kadar iyi yaptığı ayrı bir tartışma konusudur.

Besbelli iyi bir tırmanıcıydı da. Bundan ötesi bilinmiyor. Kafatasının neredeyse tamamı kayıptı, dolayısıyla beyninin boyutu hakkında kesin olarak söylenebilecek çok az şey vardı. Gerçi kafasından kopmuş parçalar beyninin küçük olduğunu düşündürüyordu. Çoğu kitapta, Lucy'nin iskeletinin yüzde 40 oranında eksiksiz olduğu söylenir, ama bu oranı yüzde 50'ye çekenler de vardır. Amerikan Doğa Tarihi Müzesi tarafından hazırlanan bir kitapta, Lucy'nin üçte ikisinin eksiksiz olduğu yazar. Hatta BBC'nin *Ape Man* (Maymun Adam) adlı televizyon dizisinde, bal gibi eksik olduğu açık açık gösterildiği halde, onun "eksiksiz bir iskelet" olduğu söylenmiştir.

İnsan vücudunda 206 kemik vardır, ama bunlardan birçoğu birbirine eştir. Eğer bir örneğin sol kalça kemiği elinizdeyse, boyutlarını bilmek için sağ eşine ihtiyacınız yoktur. Bütün gereksiz kemikleri çıkarırsanız, geriye toplam 120 kemik kalır, yani yan-iskelet denilen şey. Bu oldukça elverişli standarda göre bile, hatta en ufak kırıntıyı tam bir kemik saysanız dahi, Lucy bir yan-iskeletin ancak yüzde 28'ini (ve bir tam-iskeletin yalnızca yaklaşık yüzde 20'sini) oluşturuyordu.

The Wisdom of The Bones (Kemiklerin Hikmeti) adlı yapıtında naklettiği üzere, Alan Walker bir gün Johanson'a yüzde 40 gibi bir oranı nasıl hesapladığını sorar. Johanson onu neşeyle yanıtlayarak, el ve ayaklardaki 106 kemiği hesaba katmadığını söyler. Bunlar vücuttaki toplam kemik sayısının yarısından fazladır. Üstelik, Lucy'nin en tanımlayıcı özelliğinin değişim halindeki bir dünyayla başa çıkabilmek için el ve ayaklarını kullanması olduğu düşünülürse, oldukça önemli bir yarıdır bu. Her halükarda,.Lucy hakkında bilinenler genellikle zannedilenden azdır. Onun bir dişi olduğu bile aslında bilinmemektedir. Cinsiyeti yalnızca minikliğinden yola çıkılarak tahmin edilmiştir.

Lucy'nin keşfinden iki sene sonra Tanzanya'daki Laetoli bölgesinde, aynı familyaya ait olduğu düşünülen iki insansı tarafından bırakılmış ayak izleri Mary Leakey tarafından bulundu. İzler, volkanik bir patlama ertesinde çamurlu küllerin üzerinde yürüyen iki *Australopithecus'a* aitti. Küller sonradan sertleşerek, ayak izlerini 23 metreden uzun bir mesafe boyunca muhafaza etmişti.

New York’taki Amerikan Doğa Tarihi Müzesi’nde, bu iki *Australopithecus'un* küllerin üzerinden geçiş anını temsil eden bir diorama[4] vardır. Diorama, Eski Afrika düzlüklerinde yan yana yürüyen gerçek boyutlarda bir erkekle bir dişiyi canlandırır. Bunlar tüylü ve şempanzelere benzer boyutta yaratıklardır, ama insanımsı bir halleri ve yürüyüş tarzları vardır. Görüntünün en çarpıcı yanı, erkeğin sol kolunu koruyucu bir tavırla dişinin omzuna dolamış olmasıdır. Yakın bağlılığı düşündüren müşfik ve etkileyici bir harekettir bu.

Tablo o kadar inandırıcıdır ki, ayak izlerinin üstündeki hemen her şeyin hayal ürünü olduğunu unutuvermek kolaydır. Tüylülük derecesi, ağız burun yapısı (mesela burunlarının insan bumu mu, yoksa şempanze bumu mu olduğu), yüz ifadeleri, ten rengi, dişinin meme boyutu ve şekli gibi, iki figürün dış görünümlerine ilişkin hemen her özellik mecburen varsayımlara dayanılarak belirlenmiştir. ikisinin bir çift olduğunu bile söyleyemeyiz. Dişi figür bir çocuk da olabilir aslında. Onların *Australopithecus* olduklarından da emin olamayız. *Australopithecus* oldukları varsayılmıştır, çünkü bilinen başka hiçbir aday yoktur.

Dioramanın yapımı sırasında dişi figür boyuna devrilip durduğu için çiftin bu poza sokulduğu söylenmişti bana, ama lan Tattersall gülerek bu açıklamayı reddediyor. “Erkeğin kolunu dişinin omzuna dolayıp dolamadığını elbette bilemeyiz, ama yan yana ve birbirlerine hayli sokularak, dokunacak kadar yakın yürümekte olduklarını adım ölçümlerinden çıkarabiliyoruz. Orası epey korunaksız bir bölgeydi, dolayısıyla muhtemelen kendilerini tedirgin hissediyorlardı. İşte bu yüzden yüzlerine hafif bir endişe ifadesi vermeye çalıştık.”

Figürleri yeniden oluştururken altına girdikleri büyük sorumluluğun onu rahatsız edip etmediğini sordum. “Canlandırmalarda bu sorunla her zaman karşılaşılır,” diye hak verdi hemen. “Neandertal’lerin kaşları olup olmadığı gibi ufak ayrıntılara karar vermenin ne çok tartışma kaldırabileceğine inanamazsınız. Laetoli figürleri için de aynı şey geçerliydi. Onların dış görünüşlerine ilişkin ayrıntıları bilmemiz imkânsız, ama boyut ve duruşlarını aktarmak ve olası görünümleri hakkında mantıklı birtakım varsayımlarda bulunmak elimizde. Bu dioramayı yeniden yapacak

olsaydım, sanırım onları birazcık daha maymunumsu ve daha az insani yapardım. Bu yaratıklar insan değildi. İkiayaklı maymunlardı onlar.”

Çok yakın zaman öncesine kadar Lucy’den ve Laetoli yaratıklarından türemiş olduğumuz varsayılıyordu, ama artık birçok otorite bu konuda o kadar emin değil. Belli bazı fiziksel özellikler (dişler mesela) aramızda bir bağlantı olabileceğini düşündürse de, *Australopithecus* anatomisinin diğer parçaları bu konuda şüphe uyandırıyor. Tattersall ile Schwartz, *Extinct Humans* (Nesli Tükenmiş İnsanlar) adlı kitaplarında, insan kalça kemiğinin üst kısmının maymunlarınkine çok benzediğine ama *Australopithecus’larmkine* benzemediğine dikkat çekerler. Dolayısıyla eğer Lucy maymunlarla modern insanlar arasındaki dolambaçsız bir soyun üyesiyse, demek oluyor ki biz de bir milyon yıl kadar bir süre için *Australopithecus* kalça kemiğini kullanmış, sonra da gelişimimizin bir sonraki safhasına geçerken maymun kalça kemiğine geri dönmüş olmalıyız. *Extinct Humans'ın* yazarları, Lucy’nin atamız olmadığına inanmakla kalmaz, onun iyi yürüyebildiğini bile reddederler.

“Lucy’nin ve soydaşlarının, hareket kabiliyeti açısından modern insanlarla alakası yoktu,” diye diretir Tattersall. “Bu insansılar ancak ağaçlı habitatlar arasında gidip gelmek zorunda kaldıkları zaman gayri ihtiyari olarak iki ayak üzerinde yürüyorlardı, bunu yapmaya onları kendi anatomileri ‘zorluyordu’.” Johanson bunu kabul etmez. “Lucy’nin kalçaları ve leğen kemiğinin adale düzeni,” diye yazmıştır, “ağaçlara tırmanmayı modern insanlar için olduğu kadar Lucy için de zorlaştırırdı.”

2001 ’de ve 2002’de dört yeni olağandışı örnek daha bulununca işler iyice arapsaçına döndü. Fosil avcılarıyla ünlü Leakey ailesinden Meave Leakey tarafından Kenya'nın Turkana Gölü yakınlarında keşfedilip, *Kenyanthropus platyops* (“Kenyalı yassı-surat”) diye adlandırılan bir tanesi, Lucy ile aşağı yukarı aynı zamandan kalmaydı. *Kenyanthropus platyops’un* insanların atası olabileceği, Lucy’ninse başarısız bir yan dal olabileceği ihtimali böylece gündeme gelmiş oldu. Yine 2001 ’de bulunanlar arasında, 5,2 ila 5,8 milyon yıl öncesine tarihlendirilen *Ardipithecus ramidus kadabba* ve 6 milyon yıllık olduğu düşünüldüğünden, bulunan en yaşlı insansı unvanını kısa süreliğine de olsa elinde bulunduran *Orrorin tugenensis* de vardı. 2002 yazında, daha önce hiç eski kemiğe rastlanmamış

bir bölgede, Çad’ın Djourab Çölü’nde çalışan bir Fransız ekibi, yaklaşık 7 milyon yıllık bir insansıyı gün ışığına çıkarttı ve onu *Sahelanthropus tchadensis* olarak adlandırdı. (Bazı eleştirmenler onun insan değil, bir erken maymun olduğuna ve dolayısıyla *Sahelpithecus* diye adlandırılması gerektiğine inanır.) Bunların hepsi de erken yaratıklardı ve oldukça ilkeldiler, ama iki ayak üstünde yürüyorlardı ve bunu yapmaya daha önce zannedildiğinden çok daha erken başlamışlardı.

Bipedaliznı (iki ayakla yürüme), talepkâr ve riskli bir stratejidir. Leğen kemiğinin yeniden şekillenerek tam bir yük taşıma aracına dönmesini gerektirir. Gereken gücün muhafazası için, doğum kanalı nispeten dar olmak zorundadır. Bunun derhal ortaya çıkan iki önemli neticesi ve uzun vadeli bir diğer neticesi daha vardır. Birincisi, anneye doğum sırasında büyük acı verir ve hem anne için, hem de bebek için ölüm riskini büyük ölçüde artırır. İkincisi, bebeğin kafasının böylesine dar bir aralıktan geçebilmesi için, beyni hâlâ küçükken ve dolayısıyla hâlâ âcizken doğması icap eder. Yani uzun süre bakıma muhtaç olacaktır. Bu da erkekle dişi arasında sağlam bir bağlılığı şart kılar.

Gezegenin entelektüel efendisiyken bile bu durum yeterince endişe vericidir, ama eğer portakal büyüklüğünde[5] bir beyni olan, küçük, savunmasız bir *Australopithecus’sanız,* muazzam bir risk altındasınız demektir.

O halde Lucy ve soydaşları ağaçlardan neden indiler ve ormanlardan neden çıktılar? Belki de başka çareleri yoktu. Panama Kıstağı’mn ağır yükselişi, Pasifik’ten Atlantik’e su akışım keserek, ısıtıcı akıntıları yollarından saptırıp Arktik bölgeden uzaklaştırmış ve böylece kuzey enlemlerinde aşırı derecede ani bir buzul çağının başlamasına yol açmıştı. Afrika’da bu durum iklimde kuraklaşmaya ve serinlemeye yol açarak, zamanla cangılları savanlara çevirmiş olmalı. “Aslında Lucy ve soydaşlarının ormanları terk ettiği söylenemez,” diye yazmıştır John Gribbin, “ormanlar onları terk etti.”

Ama açık savanlara çıkmanın ilk insansıları daha da korunmasız kıldığı ortada. iki ayağı üzerinde dikilen bir insansı, etrafını daha iyi görebilirdi, ama aynı zamanda daha iyi görülebilirdi de. Günümüzde bile, insanoğlu rüzgâr karşısında gülünecek derecede savunmasızdır. Adını

sıralayabileceğiniz hemen her büyük hayvan bizden daha güçlü, daha hızlı ve daha dişlidir. Saldırıyla karşılaştığımızda, modem insanlar olarak yalnızca iki avantajdan yararlanırız: Güçlü bir beynimiz vardır, onu kullanarak stratejiler planlayabiliriz. Bir de karşımızdakinin canını yakacak nesneler fırlatabilmemizi sağlayan ellere sahibiz. Uzaktan zarar verebilecek tek yaratık bizleriz. Onun içindir ki fiziksel açıdan incinebilir olmayı kaldırabiliyoruz.

Güçlü bir beynin hızlı evrimi için gereken tüm unsurlar tamamlanmış gibiydi, ama görünüşe bakılırsa böyle bir evrim olmadı. Üç milyon yılı aşkın bir süre boyunca, Lucy ve soydaş *Australopithecus'lan* hemen hiç değişmediler. Beyinleri büyümedi ve en basitinden bile olsa araç kullandıklarını gösteren herhangi bir ize rastlanmadı. Daha da garibi var: Yaklaşık bir milyon yıl boyunca, araç kullanabilen başka erken insansılarla yan yana yaşadıklarını biliyoruz artık. Ama *Australopithecus'lar* burunlarının dibindeki bu yararlı teknolojiden hiç yararlanmadılar.

Öyle anlaşılıyor ki, üç milyon yıl öncesiyle iki milyon yıl öncesi arasında bir noktada, aynı anda Afrika'da yaşayan belki altı tip insansı vardı. Ama neslini sürdürmek bunlardan ancak birine nasip olacaktı: yaklaşık iki milyon yıl önce adeta bir sis perdesinin içinden çıkagelen *Homo'ya. Australopithecus'larla Homo* arasındaki ilişkinin tam olarak ne olduğunu kimse bilmiyor. Ama bilenen şu ki, bir milyon yılı aşkın bir süre bir arada yaşadıktan sonra, bir milyon küsur yıl önce güçlü güçsüz demeden bütün *Australopithecus'lar* esrarengiz ve belki de ani bir şekilde yok oldu. Neden ortadan kaybolduklarını kimse bilmiyor. "Belki de," diye öneriyor Matt Ridley, "onları biz yemişizdir."

Homo soyunu, hakkında neredeyse hiçbir şey bilmediğimiz bir yaratık olan *Homo habilis'le* başlatıp, bizimle, yani "düşünen insan" *Homo sapiens'le* bitirmek âdettendir. İkisi arasında, hangi görüşlere değer verdiğinize bağlı olarak, başkaca altı *Homo* türü yer alır: *Homo ergaster, Homo neanderthalensis, Homo rudolfensis, Homo heidelbergensis, Homo erectus* ve *Homo antecessor.*

"Becerikli insan" *Homo habilis*, Louis Leakey ve meslektaşları tarafından 1964'te adlandırıldı ve bu ismi almasının sebebi, en basitinden de olsa alet kullanan ilk insansı olmasıydı. Oldukça ilkel bir yaratıktı ve

insandan çok şempanzeye benzerdi. Ama beyninin brüt büyüklüğü Lucy'ninkinden yaklaşık yüzde 50 fazlaydı ve bedenine oranla da az büyük sayılmazdı: Bir bakıma kendi devrinin

Einstein'ıydı. insansı beyinlerinin iki milyon yıl önce neden aniden büyümeye başladığı hakkında inandırıcı bir sebep gösterilememiştir. Uzunca bir süre için, büyük beyinlerin ikiayaklılıkla doğrudan bağlantılı olduğu, yani ormanlardan dışarı çıkmanın akıllılık sayesinde gelişen ya da akıllılığı teşvik eden yeni, kurnaz stratejileri zorunlu kıldığı varsayıldı. Dolayısıyla, bu kadar çok sayıda ikiayaklı akılsızın birbiri ardına keşfedilmesinden sonra, aralarında belirgin hiçbir bağlantının bulunmadığını anlamak biraz şaşkınlık yarattı.

“Bildiğimiz kadarıyla, insan beyinlerinin neden büyüdüğünü açıklayan hiçbir zorlayıcı sebep yok,” diyor Tattersall. Büyük beyinler talepkâr organlardır: Vücut kütlesinin yalnızca yüzde 2'sini oluşturur, ama enerjisinin yüzde 20'sini bir çırpıda tüketirler. Yakıt olarak kullandıkları maddeler konusunda da nispeten seçicidirler. Bir daha ağzınıza hiç yağ koymasanız mesela, beyniniz bundan şikâyetçi olmaz, çünkü yağa zaten elini sürmez. Diğer organlara kazık atmak pahasına, bol bol glikoz ister. Guy Brown'ın belirttiği gibi: “Vücut açgözlü bir beyin tarafından tüketilme tehlikesiyle her an karşı karşıyadır, ama beyni uzun süre aç bırakmayı göze alamaz, çünkü bu çabuk bir ölüme yol açacaktır.” Büyük bir beynin daha fazla gıdaya ihtiyacı vardır ve daha fazla gıda demek, riskleri artırmak demektir.

Tattersall büyük bir beynin doğuşunun evrimsel bir kazadan ibaret olabileceği görüşünde. Stephen Jay Gould gibi o da yaşam bandını geriye sarıp tekrar oynattığınız takdirde, insansıların ortaya çıkışına çok yakın bir noktadan başlatsanız dahi, modern insanların ya da onlara benzer bir şeyin bugün burada olma ihtimalini “oldukça düşük” buluyor.

“İnsanlar için kabulü en zor fikirlerden biri de,” diyor, “bizim hiçbir şeyin zirvesi olmadığımızdır. Bugün burada oluşumuzun kaçınılmaz olan hiçbir yanı yoktur. Evrimi neticede bizi üretmek üzere programlanmış bir süreç olarak düşünmeye eğilimli olmamız, kısmen insanlık kibrimizden kaynaklanır. 1970'lere kadar antrolopologlar bile böyle düşünmeye eğilimliydi.” Hatta, 1991 kadar yakın bir tarihte, C. Loring Brace'in *The*

Stages of Evolution (Evrimin Evreleri) adlı popüler ders kitabı aynı istikamette bir görüşe inatla bağlı kalarak, evrimin tek bir çıkmazı olduğunu, onun da gürbüz *Australopithecus'lar* olduğunu onaylıyordu. Başka her şey dizginsiz bir ilerlemeyi temsil ediyordu: Her insansı türü, gelişim bayrağını bir yere kadar taşıdıktan sonra daha genç ve taze bir koşucuya teslim etmişti. Oysa şimdi, bu erken formlardan birçoğunun hiçbir yere ulaşmayan tali yollar izlediğine kesin gözüyle bakılıyor.

Ne şanslıyız ki, içlerinden biri doğru yolu bulmayı başardı: Alet kullanan bir gruptu bu. Adeta gökten zembille inmiş ve hakkında çok tartışılan gizemli *Homo habilis'le* çakışmıştı. Bu yaratık *Homo erectus'tu,* Eugene Dubois tarafından 1891'de Cava'da keşfedilen tür. Hangi kaynağa başvurduğunuza bağlı olarak, yaklaşık 1,8 milyon yıl öncesinden belki yirmi bin küsur yıl öncesi gibi yakın bir tarihe kadar varlığını sürdürdü.

Java Man'in yazarlarına göre, *Homo erectus* bir ayrım noktasıdır: Ondan evvelki bütün insansılar maymuna benziyordu; sonrakilerin hepsi insana benzedi. *Homo erectus*, avlanan, ateş yakan, kompleks aletler icat eden, kamp kuran, zayıf ve güçsüzlere kol kanat geren ilk insansı oldu. Geçmişteki her şeyle karşılaştırıldığında, *Homo erectus* davranışsal açıdan olduğukadar fiziksel açıdan da aşın insandı. Üyelerinin uzun kollan ve bacakları vardı, çok güçlüydüler (modern insanlardan çok daha güçlü). Büyük alanlara başarıyla yayılmak için gereken azme ve zekâya sahiptiler. *Homo erectus'un* gücü, çevikliği ve yetenekleri diğer insansıları dehşete düşürmüş olsa gerek.

Erectus, Penn Eyalet Üniversitesi'nden Alan Walker'a göre, "kendi devrinin *Velociraptor'u*"[6] ve dünyanın başlıca hâkimlerinden biriydi. Bir *erectus'un* gözlerine bakacak olsaydınız, onu ilk bakışta insani bulabilirdiniz, ama "onunla iletişim kuramazdınız. Siz onun avı olurdunuz." Walker'a göre, yetişkin bir insanın vücuduna ve bir bebeğin beynine sahipti.

Erectus neredeyse bir asırdır bilindiği halde, onu tanımanın farklı yerlerden çıkarılmış bölük pörçük kemik parçalarını incelemekten başka yolu yoktu. Üstelik bu kemikler tam bir iskelet oluşturması beklenemeyecek kadar az sayıdaydı. Dolayısıyla, 1980'lerde Afrika'da olağanüstü bir keşif yapılana dek, bir öncü tür olarak modern insanlar için

taşıdığı ya da en azından taşıyabileceği önem layıkıyla takdir edilmedi. Kenya'daki ücra Turkana Gölü (eski adıyla Rudolf Gölü) vadisi, günümüzde insan kalıntıları açısından dünyanın en verimli bölgelerinden biridir. Ama 1980'lerde Richard Leakey tarafından nihayet keşfedilene dek kimsenin aklına oraya bakmak gelmemişti. Uçağı rotasından sapıp vadi üzerinden geçmek zorunda kalmasaydı, oranın zannedildiğinden daha vaatkâr olabileceğini Leakey de fark edemeyecekti. Bölgeye bir araştırma ekibi gönderildi, ama başlangıçta hiçbir şey bulunamadı. Derken bir akşamüstü, Leakey'nin en meşhur fosil avcısı Kamoya Kimeu, gölden epey uzak bir tepede küçük bir parça kaş kemeri buldu. Böyle bir bölgenin fosil açısından verimli olmasına pek ihtimal yoktu, ama yine de Kimeu'nun içgüdülerine saygı göstererek kazıya başladılar ve neredeyse eksiksiz bir *Homo erectus* iskeleti bulunca hayretler içinde kaldılar. 1,54 milyon yıl önce ölmüş, dokuz ila on iki yaşlarında bir erkek çocuğuydu bu. İskeletin "bütünüyle modern bir vücut yapısı vardı," diyor Tattersall. Emsali görülmemiş cinstendi. Turkana Çocuğu'nun "bizden biri olduğu apaçık ortadaydı."

Turkana Gölü'nde yine Kimeu tarafından bulunan bir diğer iskelet, KNM-ER 1808'di: 1,7 milyon yaşında bir kadın. Bilim adamlarına *Homo erectus'un* zannedildiğinden daha ilginç ve daha kompleks olduğuna dair ilk ipucunu bu iskelet verdi. Kadının kemikleri, Hipervitaminosis A denilen ıstırap verici bir hastalık sonucu deforme olmuştu ve iri kütlelerle kaplıydı. Hipervitaminosis A'ya ancak etobur bir hayvanın karaciğerinin yenmesi yol açabilir. Bu da bize, her şeyden önce, *Homo erectus'un* et yediğini gösteriyordu. Üstelik, kemiklerindeki kütle miktarı kadının haftalarca, hatta aylarca bu hastalıkla mücadele etmiş olduğuna işaret ediyordu. Demek ki biri ona bakmıştı. İnsansı evriminde şefkatin gün ışığına çıkan ilk göstergesiydi bu.

Homo erectus'lara ait kafataslarını bir Broca alanı içerdiği (ya da bazı görüşlere göre, içeriyor olabileceği) de keşfedildi. Broca alanı, beynin ön lopunda bulunan, konuşma yetisiyle alakalı bölgedir. Şempanzelerde böyle bir alan yoktur. Alan Walker, *Homo erectus'un* konuşmayı mümkün kılacak boyut ve komplekslikte bir omurga kanalına sahip olmadığı ve belki ancak modem şempanzeler kadar iletişim kurabildiği kanısında. Richard Leakey başta olmak üzere diğerleriyse, onun konuşabildiğine emin.

Görünüşe bakılırsa, *Homo erectus* bir süreliğine yeryüzündeki yegâne insansı oldu. Eşi görülmemiş derecede cesurdu ve nefes kesici olduğu anlaşılan bir hızla yerkürenin dört bir yanına yayıldı. Fosil kanıtları, harfi harfine bir değerlendirmeyle, türün bazı üyelerinin Cava'ya aşağı yukarı Afrika'yı terk ettikleri sıralar, hatta biraz daha erken ulaştıklarını düşündürüyordu. Bu aykırılıktan cesaret alan bazı bilim adamları yeni bir fikir ortaya attılar: Belki de modem insanlar hiç de Afrika' da filan değil, Asya'da ortaya çıkmıştı. Dedikleri doğru olsaydı bu son derece dikkate değer, daha doğrusu mucizevi bir şey olurdu, çünkü hiçbir olası öncü türün Afrika dışında bir yerde bulunduğuna şimdiye dek rastlanmamıştır. İddialarına göre Asyalı insansılar dış etkilerden bağımsız olarak, kendiliklerinden ortaya çıkmış olmalıydılar. Ama zaten söz konusu tür Asya'da kendiliğinden ortaya çıkmış olsa bile, bu durum onların dünyaya nasıl bu kadar çabuk yayıldıkları sorusunu tersine çevirmekten başka işe yaramazdı: O zaman da *Cava İnsanları*'nın *Afrika'ya* bu kadar çabuk nasıl varabildiğini açıklamak zorunda kalırdınız.

Homo erectus'un Afrika'da ilk kez ortaya çıkışından bu kadar kısa süre sonra Asya' da boy göstermeyi nasıl başardığı konusunda daha akla yakın birkaç alternatif açıklama var. Birincisi, ilk insan kalıntılarının tarihlendirilme süreci fazlasıyla yuvarlak hesap içerir. Şayet Afrika kemiklerinin gerçek yaşı ölçümlenenden daha yüksekse ya da Cava kemiklerinin gerçek yaşı ölçümlenenden daha düşükse, veyahut her iki koşul da geçerliyse, o zaman Afrikalı insansıların Asya'nın yolunu bulabilmek için bol bol vakitleri olmuş demektir. Daha yaşlı *erectus* kemiklerinin Afrika'da keşfedilmeyi bekliyor olmadığını da kimse söyleyemez. Aynca, Cava tarihlendirmeleri toptan yanlış da olabilir.

Gelelim bu konudaki şüphelere. Bazı otoriteler Turkana buluntularının *Homo erectus* olduğuna hiç mi hiç inanmazlar. Takıldıkları nokta, ne ilginçtir ki, Turkana iskeletlerinin ikna edici yaygınlığına karşın, tüm diğer *erectus* fosillerinin hiçbir yargıya mahal vermeyen bölük pörçüklüğüdür. Tattersall ile Jeffrey Schwartz'ın *Extinct Humans*'da belirttikleri gibi, çoğu Turkana iskeleti "yakın akrabası olan başka hiçbir şeyle karşılaştırılamazdı, çünkü hangi parçalarının karşılaştırılabileceği bilinmiyordu!" Dediklerine bakılırsa, Turkana iskeletlerinin herhangi bir Asyalı *Homo erectus'la* hiç alakası yoktur ve zamandaş da olmasaydılar

asla aynı türü temsil ettikleri düşünülmezdi. Bazı otoriteler Turkana örneklerini (ve aynı dönemden kalma bütün örnekleri) *Homo ergaster* diye anmakta ısrar ederler. Tattersall ile Schwartz ise bunu yeterli bulmayıp, daha da ileri giderler. Onlara göre, Afrika'dan Asya'ya yayılan, *Homo erectus'a* evrimleşen ve sonra da nesli tükenen insansı, *ergaster* "ya da hayli yakın bir akrabası" oldu.

Kesin olan tek şey, bir milyon yılı hayli aşkın bir süre önce, yeni, nispeten modem, iki ayak üstünde yürüyen insansıların Afrika'dan ayrılıp, yerkürenin dört bir yanına cesurca dağılmış oldukları. Bunu muhtemelen oldukça süratli bir şekilde, sınırlarını yılda ortalama 40 kilometre kadar genişleterek ve bir yandan da sıradağlarla, nehirlerle ve diğer engellerle başa çıkıp, iklimdeki ve gıda kaynaklarındaki farklılıklara uyum sağlayarak yaptılar. Kızıl Deniz'in batı yakasını nasıl aştıkları ayrı bir muammadır. Bu bölge günümüzde bile insanı bitkin düşüren kuraklığıyla ünlüdür, ama geçmişte daha da kuraktı. Ne tuhaf bir ironidir ki, Afrika'da yaşamalarını zorlaştıran koşullar, kaçmalarını daha da zorlaştırmış olmalı. Nasıl yaptılarsa, önlerine çıkan her engeli aşmayı ve uzak topraklarda refaha kavuşmayı başardılar.

Ve işte burası, korkarım, fikir ayrılıklarının başladığı yer. insanın gelişim tarihinde bundan sonra olanlar, önümüzdeki bölümde göreceğimiz gibi, uzun ve çekişmeli bir tartışmanın konusu.

Ama devam etmeden önce şunu hatırlamakta yarar var: Ürkek ve şaşkın *Aust*ralopithecus'lardan, gelişimini tamamlamış modem insana kadar, beş milyon yıldır devam eden bütün bu evrimsel süreç, yüzde 98,4'ü genetik olarak hâlâ modem şempanzeden ayırt edilemeyen bir yaratık üretti. Yani bir zebrayla bir at arasındaki ya da bir yunusla bir musur[7] arasındaki fark, uzak atalarınızın dünyayı ele geçirmek üzere yola çıktıkları zaman geride bıraktıkları tüylü yaratıklarla sizin aranızdaki farktan daha büyüktür.

1

eksik halka: insanımsı maymunlarla insanlar arasındaki geçiş formu olduğu varsayılan hayvan. (ç.n.)

2

İnsanlar Hominidae familyasına dahil edilmiştir. Geleneksel olarak hominidler (insansılar ya da insangiller) diye adlandırılan familya üyeleri, nesli hâlâ tükenmemiş herhangi bir şempanzeden çok bize akraba olan her yaratığı (nesli tükenmişler dahil) kapsar. Maymunlarsa Pongidae adı verilen bir diğer familyada toplanmıştır. Birçok otorite, şempanzelerin, gorillerin ve orangutanların da bu familyaya dahil edilmesi ve insanlarla şempanzelerin Homininae denilen bir altfamilyaya yerleştirilmesi gerektiğine inanır. Neticede, geleneksel olarak hominidler diye anılan yaratıklar, bu düzenlemeye göre homininler olur. (Leakey ve diğerleri bu saptamada ısrarcıdır.) Hominoidea ise maymun süper-familyasının adıdır ve bizi de kapsar.

3

Afar bölgesi, Etiyopya. (ç.n.)

4

diorama: genellikle kapalı bir bölme içinde gerçekleştirilen ve bir delikten bakılarak izlenen üç boyutlu gösteri. Dioramalarda balmumundan yapılmış figürler ve diğer nesneler minyatür ya da gerçek boyutlarda bir mizansene belli tekniklerle yerleştirilir ve ışık ustaca kullanılarak perspektif ve derinlik etkisi artırılır. Bir doğa manzarasını, tarihi bir olayı ya da benzeri enstantaneleri gerçek boyut ve oranlarıyla canlandırmaya yarayan diorama tekniğinden başta müzeler olmak üzere pek çok yerde yararlanılmaktadır.(ç.n.)

5

Beynin mutlak büyüklüğü size her şeyi anlatmaz, hatta belki bazen hiçbir şey ifade etmez. Filler de, balinalar da, bizimkinden büyük beyinlere sahiptir, ama sözleşme görüşmelerinde onları alt etmekte fazla zorlanmazsınız. Önemli olan, beynin göreceli boyutudur. Sık sık gözden kaçırılan bir husustur bu. Gould'un belirttiği gibi, A. *africanus* yalnızca 450 santimetreküplük bir beyne sahipti, yani bir goriliıkinden daha küçük. Bununla birlikte, tipik bir *africanus* erkeğinin ağırlığı *45* kilodan azdı, dişileriyse daha da hafifti, halbuki gorillerin ağırlığı kolaylıkla 150 kiloyu aşabilir (Gould, s. 181-83).

6

Velociraptor. orak pençeli etçil bir dinozor. (ç.n.)

7

musur: yunuslarla yakın akraba olan küçük yapılı balinaların ortak adı. (ç.n.)

54

salınım: astronomide, yalpalama, titreme, sallanma, oynama. (ç.n.)

55

pennafrost: Sibirya, Alaska ve Antarktika gibi bölgelerde kara yüzeyini kaplayan, sürekli donmuş haldeki toprak. (ç.n.)

57

Negroid: siyahi ırka mensup. (ç.n.)

90

Dubois, Hollandalı olmasına karşın, Belçika'nın Fransızca konuşulan bölgesine sınır oluşturan Eisden kasabasındandı.

29

YERİNDE DURAMAYAN MAYMUN

Yaklaşık bir buçuk milyon yıl önce bir gün, insansı dünyasının unutulmuş bir dâhisi beklenmedik bir şey yaptı. Bu adam (ya da muhtemelen kadın) eline bir taş aldı ve başka bir taşı şekillendirmek için dikkatle kullandı onu. Ortaya çıkan şey, gözyaşı şeklinde, basit bir el baltasıydı, ama dünyanın ilk ileri teknoloji örneğiydi.

Mevcut aletlerden o kadar üstündü ki, çok geçmeden başkaları da mucidin izinden giderek kendi el baltalarını yapmaya başladılar. Sonunda el baltasından başka pek bir şey üretmeyen koca koca toplumlar oluştu. “Binlerce el baltası yapıyorlardı,” diyor lan Tattersall. “Afrika’da öyle yerler vardır ki, bu baltalardan birine basmadan adım atamazsınız. Bu çok garip bir durumdur, çünkü el baltası yapmak büyük emek ister. Onlarsa sırfkeyif olsun diye yapıyorlardı bunu sanki.”

Tattersall, günlük güneşlik çalışma odasındaki bir raftan, belki yarım metre uzunluğunda ve en geniş noktası 20 santimi bulan, kocaman bir kalıp indirip bana verdi. Şekli mızrak ucuna benziyordu, ama bir atlama taşı büyüklüğündeydi. Kalıp fiberglastan yapıldığı için en çok 100 gram ağırlığındaydı. Tanzanya’da bulunmuş olan orijinaliyse 11 kilo çekiyordu. “Bir alet olarak tam anlamıyla kullanışsızdı,” dedi Tattersall. “Yerinden kaldırmak için iki kişi gerekirdi ve o zaman bile bu aletle herhangi bir şeyi dövmeye çalışmak çok yorucu olurdu.”

“O halde onu ne yapmak için kullanıyorlardı?”

Tattersall, bu durumun gizeminden pek hoşlanır gibi, neşeyle omuz silkti. “Hiçbir fikrim yok. Herhalde sembolik bir önemi vardı, ama ne olduğunu Tanrı bilir.”

Baltalar Acheulean aletleri olarak tanınır oldu. Adlarını ilk örneklerinin on dokuzuncu yüzyılda bulunduğu yerden, yani Kuzey Fransa’nın Amiens kentindeki Saint Acheul bölgesinden almışlardı. îlkin Tanzanya’daki Olduvai Boğazı’nda bulunduğu için Olduvai aletleri diye bilinen daha eski, daha basit aletlerle tezat oluşturuyorlardı. Eski ders kitaplarında, Olduvai

aletleri genellikle kör, yuvarlak, el büyüklüğünde taşlar olarak gösterilir. Aslında paleoantropologlar Olduvai kayalarının alet kısımlarının bu daha büyük taşlardan çentilerek kesim için kullanışlı hale getirilmiş parçalar olduğuna inanıyorlar artık.

Aletlerin gizemine gelince... Sonunda bize dönüşecek olan ilk modem insanlar yüz bin yılı aşkın bir süre önce Afrika’yı terk etmeye başladıklarında, tercih ettikleri teknoloji Acheulean aletleri olmuştu. Bu erken *Home sapiens* ’ler de Acheulean aletlerini pek seviyorlardı. Onları beraberlerinde uzak mesafelere taşıdılar. Sonradan alete çevirmek maksadıyla yanlarına şekillendirilmemiş taşlar aldıkları bile olurdu. Yani bu teknolojiye kelimenin tam manasıyla sadıktılar. Gelgelelim, Acheulean aletleri Afrika’nın, Avrupa’nın, Batı ve Orta Asya’nın her tarafında bulunduğu halde, Uzakdoğu’da izlerine neredeyse hiç rastlanmadı. Tam bir bulmacadır bu.

1940’larda Hallum Movius adında Harvardlı bir paleontolog, Acheulean aletleri bulunan topraklarla bulunmayan topraklan Movius hattı diye adlandırılan bir çizgiyle birbirinden ayırdı. Bu çizgi güneydoğu doğrultusunda Avrupa ve Ortadoğu boyunca uzanıp bugünkü Kalküta ve Bangladeş dolaylarına kadar iner. Movius hattının ötesinde, yani Çin içlerine kadar Güneydoğu Asya’nın tamamında, yalnızca daha eski, daha basit Olduvai aletleri bulunmuştur. *Homo sapiens'lerin* bu noktadan çok daha uzağa gittiklerini biliyoruz. O halde neden pek değer verdikleri bu ileri taş teknolojisini Uzakdoğu sınırına kadar taşıdıktan sonra ondan vazgeçmiş olsunlar?

“Bu benim de uzunca bir müddet kafamı kurcaladı,” diye anımsıyor Canberra’daki Avustralya Ulusal Üniversitesi’nden Alan Thome. “Modem antropolojinin tamamı, insanların Afrika’dan iki dalga halinde yayıldıkları fikri etrafına kuruludur: önce, Cava însanı’nı, Pekin İnsanı’nı ve benzerlerini oluşturan bir *Homo erectus* dalgası ve sonra da, ilk grubun yerini alacak olan daha gelişmiş bir *Homo sapiens* dalgası. Mamafih, bunu kabul edebilmek için *Homo sapiens'lerin* modem teknolojileriyle birlikte o kadar uzağa gittikten sonra her nedense ondan vazgeçmiş olduklarına inanmanız gerekir. Bu gerçekten de içinden çıkılması zor bir durumdu.”

İçinden çıkılması zor olan daha pek çok şey vardı ve en kafa karıştırıcı buluntulardan biri de Thome’un kendi memleketinden, Avustralya taşrasından gelecekti. 1968’de Jim Bowler adında bir jeolog, Yeni Güney Galler eyaletinin batısında yer alan, sıcaktan kavrulmuş, ıssız bir köşede, Mungo denilen, uzun zaman önce kurumuş bir göl yatağında araştırma yaparken, gözüne hiç beklenmedik bir şey takıldı. Hilal şeklindeki bir tür kum tepesinden dışarı birtakım insan kemikleri fırlamıştı. O zamanlar, insanların Avustralya’daki tarihinin 8.000 yılı geçmediğine inanılırdı, ama Mungo kuruyalı 12.000 yıl olmuştu. Öyleyse herhangi birinin yaşanmaya böylesine elverişsiz topraklarda ne işi olabilirdi?

Yanıt, karbonla tarihlendirme yöntemi sayesinde gün ışığına çıkarıldı: Kemiklerin sahibi, Mungo Gölü’nün 20 kilometre uzunluğunda, suyla ve balıkla dolu, demirağaçlanyla çevrili, çok daha cazip bir habitat olduğu zamanlar orada yaşamıştı. Kemiklerin 23.000 yıllık olduğu anlaşılınca herkes hayretler içinde kaldı. Yakınlarda bulunan başka kemiklerin yaşlan 60.000 yılı buluyordu. Neredeyse olanaksız görünecek kadar beklenmedik bir sonuçtu bu. İnsansılar yeryüzünde boy göstermeye başlayalı beri, Avustralya’nın ada olmadığı bir zaman yaşanmamıştı. Herhangi bir insan topluluğu oraya vardıysa, ancak deniz yoluyla gelmiş olabilirdi. Üstelik, üretken bir nüfus başlatmaya yetecek sayıda olmaları ve üstünde yaşanmaya elverişli bir kara parçasının kendilerini beklediğini bilmelerine imkân olmadığı halde açık denizde en az 100 kilometre yol almaları gerekiyordu. Mungo İnsanları karaya çıktıktan sonra da, varış noktaları olduğu farz edilen yerden, yani Avustralya’nın kuzey kıyısından iç kısımlara doğru 3.000 kilometreden fazla ilerlemeyi becermişlerdi. Bu da, *Proceedings of the National Academy of Sciences'âa* yayınlanan bir bildiriye göre, “insanların bu kıtaya ilk kez 60.000 yıl öncesinden çok daha erken bir tarihte gelmiş olabileceklerini” akla getiriyordu.

Oraya nasıl vardıkları ve neden geldikleri, yanıtsız kalan sorulardır. Çoğu antropoloji metnine göre, okyanus yolculuğuna uygun tekneler yapıp, ada kıtalarda kolonileşmek için gereken türden işbirlikçi icraatlara girişmek şöyle dursun, 60.000 yıl önce insanların konuşabildiğini bile gösteren hiçbir kanıta rastlanmamıştır.

“Kayıtlı tarih öncesinde yaşamış insanların yeryüzündeki hareketleri hakkında bilmediğimiz o kadar çok şey var ki...” dedi Alan Thome, Canberra’da kendisiyle buluştuğum zaman. “On dokuzuncu yüzyıl antropologlarının Papua Yeni Gine’ye ilk gittiklerinde iç kesimlerin yüksek bölgelerinde tatlı patates yetiştiren insanlar bulduklarını biliyor muydunuz? Oralar yeryüzünün en erişilmez arazileri arasındadır. Tatlı patates de Güney Amerika’ya mahsus bir sebzedir. Papua Yeni Gine’ye nasıl geldi peki? Bilmiyoruz. En ufak bir fikrimiz dahi yok. Ama kesin olan şu ki, insanlar geleneksel kuramların öngördüğünden çok daha uzun zamandır hatırı sayılır bir cüretle dolaşıyorlar yeryüzünde. Bilgilerini olduğu kadar genlerini de paylaştıkları muhakkak.”

Sorunun kaynağında, her zaman olduğu gibi yine fosil kayıtlan yatar. “Dünyada, insan kalıntılarının uzun süre muhafaza edilmesine az da olsa uygun nitelikler taşıyan çok az yer var,” dedi, keskin görüşlü, beyaz keçi sakallı, dalgın ama cana yakın bir adam olan Thome. “Doğu Afrika’daki Hadar ve Olduvai gibi tek tük verimli bölge de olmasaydı, ürkütücü derecede az şey biliyor olacaktık. Başka yerlere bakarsanız genellikle ürkütücü derecede az şey biliyoruz zaten. Hindistan’ın tamamı, 300.000 yıl öncesinden kalma tek bir eski insan fosili üretebilmiştir. Irak’la Vietnam arasındaki yaklaşık 5.000 kilometrelik mesafe içinde, biri Hindistan’daki o tek fosil, diğeri de Özbekistan’dan çıkarılan bir Neandertal olmak üzere yalnızca iki fosil bulunmuştur.” Keyifle gülümsedi. “Yani elimizde dünya kadar malzeme olduğu söylenemez. Afrika’daki Büyük Rift Vadisi ve burada, Avustralya’daki Mungo gibi insan fosili açısından üretken birkaç bölgeyle ve ikisi arasında bulunan pek az şeyle yetinmek zorundayız. Paleontologların noktalan birbirine bağlamakta zorlanmalarına şaşmamalı.”

İnsanların yeryüzündeki hareketlerini açıklayan ve bu alanda faaliyet gösterenlerin çoğundan hâlâ kabul gören geleneksel kuram, onların Avrasya’ya iki dalga halinde yayıldıklarını ileri sürer. İlk dalga, yaklaşık iki milyon yıl öncesinden başlayarak Afrika’yı hayret verici bir hızla, hatta neredeyse bir tür olarak ortaya çıkar çıkmaz terk eden *Homo erectus*’lardan oluşuyordu. Zamanla, farklı bölgelere yerleşen bu ilk *erectus’lar* daha da evrimleşerek bambaşka haller aldılar, Asya’da Cava İnsanı’na ve Pekin İnsanı’na, Avrupa’daysa *Homo heidelbergensis'e* ve nihayet *Homo neanderthalensis’e* dönüştüler.

Derken, yüz bin yılı aşkın bir süre önce, bugün yaşayan herkesin atası olan daha akıllı ve daha kıvrak bir yaratık türü, Afrika ovalarında ortaya çıktı ve ikinci bir dalga halinde yeryüzüne yayılmaya başladı. Kurama göre, bu yeni *Homo sapiens'ler* her gittikleri yerde daha aptal ve daha beceriksiz seleflerini saf dışı ettiler. Bunu tam olarak nasıl yaptıkları her zaman münakaşa konusu olmuştur. Hiçbir katliam izine rastlanmadı. Dolayısıyla çoğu otorite, yeni insansıların eski insansılan bir şekilde elimine ettiğine inanır. Gerçi başka faktörler de katkıda bulunmuş olabilir tabii. "Belki de onlara çiçek hastalığı bulaştırmışızdır," diye örnekliyor Tattersall. "Gerçeği öğrenmenin hiçbir yolu yok. Kesin olan tek şey, bizim bugün burada olduğumuz ve onların olmadığı."

Bu ilk modem insanlar bizim için şaşırtıcı derecede gizemlidir. İşin garibi, kendi soyumuz hakkında bildiklerimiz diğer insansı soylarından herhangi biri hakkında bildiklerimizden daha azdır. Ne tuhaftır ki, Tattersall'un dediği gibi, "kendi türümüzün ortaya çıkışı, insanın evrimini şekillendiren olayların en yakın tarihlisi olduğu halde, belki de en karanlıkta kalanıdır." Tamamen modernleşmiş insanların fosil kayıtlarının ilk olarak neresinde ortaya çıktıkları konusunda bile yeterince uzlaşma sağlanamamıştır. Birçok kitap, Güney Afrika'daki Klasies Nehir Ağzı'nda bulunan kalıntılardan hareketle, onların ilk kez yaklaşık 120.000 yıl önce sahne aldıklarını söyler, ama bunların tam anlamıyla modem insanlar olduğu herkesçe kabul edilmemektedir. Tattersall ve Schwartz'ın sözleriyle, "içlerinden herhangi birinin ya da hepsinin türümüzü temsil edip etmediği, hâlâ açıklığa kavuşturulmayı bekleyen bir husustur."

Homo sapiens'lerin fosil kayıtlarındaki ilk su götürmez varlığı, yaklaşık

100.000 yıl önce boy göstermeye başladıkları Doğu Akdeniz'de, bugünkü İsrail civarında ortaya çıkmıştır, ama onlar bile (Trinkaus ve Shipman tarafından) "tuhaf, sınıflandırılması zor ve az tanınan" fosiller olarak tanımlanır. Neandertal'ler bölgede çoktandır yaşamakta ve Mousterien diye bilinen tipte aletler kullanmaktaydı. Modern insanların bu aletleri benimsemeye değer buldukları çok açık. Kuzey Afrika' da hiç Neandertal kalıntısına rastlanmamıştır, ama aletleri her yerde karşımıza çıkar. Biri onları oralara götürmüş olmalı: Modern insanlar bu işin tek adayı. Neandertal'lerin ve modern insanların Ortadoğu'da on binlerce yıl

bir nevi birliktelik içinde var oldukları da biliniyor. “Aynı yeri farklı zamanlarda mı paylaştılar, yoksa gerçekten yan yana mı yaşadılar, bilmiyoruz,” diyor Tattersall, ama modern insanlar Neandertal aletlerini kullanmayı seve seve sürdürdüler. Halbuki bu aletlerin karşı konulmaz üstünlüğünü gösteren ikna edici bir kanıt bulunmamakta. Acheulean aletlerinin bir milyon yılı aşkın bir süre önce Ortadoğu’ da bulunması, ama Avrupa’da yalnızca 300.000 yıl öncesine kadar pek rastlanmaması da az acayip değil. Gereken teknoloj iye sahip insanların aletlerini neden yanlarında götürmedikleri, yine gizemli bir soru işareti.

Cro-Magnon’ların (Avrupa’daki modern insanlar genellikle bu adla anılır) kıta üzerinde ilerledikçe Neandertal’leri önlerine katıp sonunda batı sınırlarına sürdüklerine ve nihayet ya denize dökülmek ya da tükenmek zorunda bıraktıklarına uzunca bir müddet inanıldı. Halbuki Cro-Magnon’ların doğudan gelmekte oldukları sıralar, Avrupa’nın en batısında da bulundukları artık biliniyor. “Avrupa oldukça tenha bir yerdi o zamanlar,” diyor Tattersall. “Onca gidiş geliş trafiğine rağmen birbirleriyle çok sık karşılaşmamış olabilirler.” Cro-Magnon’ların Avrupa’ya varışlarındaki garip yanlardan biri de, paleoklimatolojide[1] Boutellier aralığı diye bilinen bir zaman diliminde gelmiş olmaları. O sıralar Avrupa nispeten ılıman bir iklim döneminden çıkıp, yine çok uzun sürecek öldürücü soğuklara giriyordu. Yani Avrupa’nın onlara çekici gelen yanı, harika havalar olmasa gerek.

Her halükarda, Neandertal’lerin yeni gelen Cro-Magnon’ların rekabeti karşısında tutunamayıp devrildikleri fikri, kanıtları en azından biraz zorluyor. Neandertal’ler son derece dayanıklı ve mücadeleci yaratıklardı. On binlerce yıl, kutuplarda çalışmış birkaç bilim adamı ve araştırmacı hariç hiçbir modern insanın tecrübe etmediği koşullara göğüs germişlerdi. Buzul çağlarının en kötü zamanlarında, kasırga gücünde rüzgârların estiği şiddetli kar fırtınaları kopardı. Sıcaklıklar rutin olarak sıfırın altında 45 santigrat dereceye kadar düşerdi. Ingiltere’nin güneyindeki karlı vadilerde kutup ayıları dolaşırdı. Neandertal’ler aşırı sert iklimli bölgelerden doğal olarak uzaklaştılar, ama yine de en az modern bir Sibirya kışı kadar kötü iklimlere katlanmış olmalılar. Hiç şüphesiz çok çile çektiler. Otuzlu yaşlarını gören bir Neandertal şanslı sayılırdı. Ama bir tür olarak yine de fevkalade dayanıklıydılar ve onları yok etmek neredeyse imkânsızdı. Cebelitarık’tan

Özbekistan’a kadar uzanan bir bölgede, soylarını en az yüz bin yıl, belki bunun iki katı süreyle devam ettirdiler. Her varlık türü için oldukça başarılı bir varoluş süresidir bu.

Tam olarak kim oldukları ve neye benzedikleri, tartışmaya açıklığını ve belirsizliğini hâlâ koruyan hususlardır. Yirminci yüzyıl ortalarına kadar Neandertal hakkında kabul gören antropolojik görüş, onun anlayışı kıt, kambur, ayaklarını sürüyerek yürüyen ve maymuna benzeyen bir yaratık, daha doğrusu mağara adamı olduğu yönündeydi. Bilim adamlarının bu görüşü yeniden gözden geçirmeye gerek görmelerini ancak elim bir kaza sağlayabildi. 1947’de, Camille Arambourg adında Fransız-Cezayirli bir paleontolog Büyük Sahra’da saha araştırması yaparken, öğlen güneşinden kaçmak için hafif uçağının kanadı altına sığındı. Kanadın altında otururken, uçağın tekerleklerinden biri sıcak yüzünden patlayarak uçağın aniden yan yatmasına yol açtı. Bu arada Arambourg, vücudunun üst kısmına korkunç bir darbe aldı. Daha sonra Paris’te boynunun röntgenini çektirince, kendi omurlarının da tıpkı kambur ve hantal Neandertal’inkiler gibi sıralanmış olduğunu fark etti. Ya kendisi fizyolojik açıdan ilkeldi, ya da Neandertal’in duruşu yanlış tarif edilmişti. ikinci tahmininde haklı çıktı. Neandertal omurlarının maymun omurlarına benzediği filan yoktu. Bu olay Neandertal’lere bakışımızı tamamen değiştirdi, ama genel anlamda etkili olamadı anlaşılan.

Genel görüş hâlâ, Neandertal’lerin kıtaya yeni gelen ince yapılı ve beyinsel açıdan daha uyanık *Homo sapiens'lerle* eşit şartlarda yarışabilmek için gereken zekâdan ya da karakterden yoksun olduğu yönündedir. işte son zamanlarda yayınlanan bir kitaptan alınmış tipik bir yorum: “Modern insanlar bu avantajı [Neandertal ’in çok daha kuvvetli fiziğini] daha iyi giyinerek, daha iyi ateşler yakarak ve daha iyi sığınaklar yaparak nötrleştirdiler; bu arada Neandertal’ler de daha fazla miktarda gıdayla beslenmesi gereken, normalden büyük bir vücuda sahip olduklarıyla kaldılar.” Başka bir deyişle, yüz bin senedir nesillerini başarıyla sürdürmelerini mümkün kılan faktörler, ansızın aşılmaz bir engel halini aldı.

Hepsi bir yana, hemen hiç dile getirilmeyen bir husus da, Neandertal’in modern insanınkine kıyasla önemli ölçüde büyük bir beyne sahip olduğudur. Bir hesaba göre, Neandertal’in 1,8 litrelik beynine karşılık,

modern insanın 1,4 litre hacminde bir beyni vardır. Modern *Homo sapiens* ile insanlıktan pek nasibini almamış bir tür olarak görmekten keyif duyduğumuz Geç *Homo erectus* arasındaki farktan daha büyük bir farktır bu. Bu konuda öne sürülen argüman, bizim beynimizin daha küçük olmasına karşın her nedense daha etkili olduğu şeklindedir. İnsan evriminin başka hiçbir noktasında böyle bir argümanın öne sürülmediğini gözlemlerken, öyle inanıyorum ki gerçeği söylemiş oluyorum.

Aklınıza şöyle bir soru takılabilir: Madem Neandertal'ler bu kadar kuvvetli, uyumlu ve beyinsel açıdan avantajlıydılar, neden artık aramızda değiller? Olası (ama çok tartışılan) cevaplardan biri de şudur: Belki de aramızdalar. Alan Thorne, çok-bölgelilik hipotezi diye bilinen alternatif bir kuramın başlıca savunucuları arasındadır. Bu kurama göre insan evrimi süreklilik arz etmiştir: Tıpkı *Australopithecus'ların Homo habilis'e* evrimleşmesi ve *Homo heidelbergensis'in* zamanla *Homo neanderthalensis'e* dönüşmesi gibi, modern *Homo sapiens* de daha eski *Homo* formlarından doğmuştur. *Homo erectus* bu görüşe göre ayrı bir tür değil, yalnızca bir geçiş evresidir. Işte bu yüzden, sözgelimi Çinliler Çin'deki eski *Homo erectus* atalarından, modern Avrupalılarsa Avrupa'daki eski *Homo erectus* 'lardan türemişlerdir. "Ama bana sorarsanız *Homo erectus* diye bir tür yoktur," diyor Thorne. "Bu terime gereğinden fazla itibar edildiğini düşünüyorum. Bence *Homo erectus* daha erken bir parçamız olmaktan ibarettir. Tarih boyunca yalnızca bir tek insan türünün Afrika'dan ayrıldığına inanıyorum ve o tür de *Homo sapiens'tir."*

Çok-bölgelilik karşıtları, Eskidünya'nın dört bir yanında, yani Afrika'da, Çin'de, Avrupa'da, çok uzaktaki Endonezya Adaları'nda, insansıların ortaya çıktığı başka her yerde olanaksız miktarda paralel evrim gerektirdiği gerekçesiyle bu kurama itiraz ediyorlar. Antropolojinin başından defetmek için çok uğraştığı ırkçı bir görüşün, çok-bölgelilik hipotezi tarafından teşvik edildiğine inananlar da var. 1960'ların başlarında, Pennsylvania Üniversitesi'nden Carleton Coon adında ünlü bir antropolog, bazı modern ırkların farklı köklerden geldiğini ileri sürerek, aramızdan bazılarının daha üstün soylara ait olduğunu ima etmişti. Bu görüş, Afrika "Buşman"ları (daha doğrusu Kalahari Sanları) ve Avustralya Aborijinleri gibi modern bazı ırkların diğerlerinden daha ilkel olduğu doğrultusundaki eski inançları rahatsız edici biçimde çağrıştırmaktaydı.

Coon şahsen ne hissetmiş olursa olsun, öne sürdüğü görüşün içerdiği anlam birçok insan için aynıydı: bazı ırkların yaradılış itibariyle daha gelişmiş olduğu ve bazı insanların farklı türler oluşturmasının esasen mümkün olduğu. Bugün içgüdüsel olarak son derece saldırganca bulduğumuz bu görüş, oldukça yakın tarihlere kadar birçok saygın çevrede yaygın olarak benimsenmişti. Önümde, *Life* dergisinden bir dizi makale temel alınarak hazırlanmış ve Time-Life Publications tarafından 1961 ’de yayınlanmış *The Epic of Man* (insanın Destanı) başlıklı popüler bir kitap var. içinde şuna benzer yorumlar bulabilirsiniz: “Rodezyalı adam ... 25.000 yıl öncesi kadar yakın bir tarihte yaşadı. Afrika Zencilerinin atalarından biri olabilir. Beyin büyüklüğü *Homo sapiens*’inkine yakındı.” Başka bir deyişle, siyahi Af rikalılar kısa bir süre önce ve *Homo sapiens'e* yalnızca “yakın” olan yaratıklardan türemişti.

Thome, kuramının herhangi bir bakımdan ırkçı olduğu fikrini üstüne basa basa (ve öyle inanıyorum ki içtenlikle) reddediyor. Kültürlerle bölgeler arasında ileri geri birçok hareket yaşandığını söyleyerek, insan evriminin tekbiçimliliğini izah ediyor. “insanların tek bir istikamete yöneldiklerini düşünmek için ortada hiçbir sebep yok,” diyor. “insanlar dört bir yana dağılıyorlardı ve buluştukları yerlerde melezleşerek genetik malzeme paylaştıklarına kesin gözüyle bakabiliriz. Yeni gelenler yerli nüfusların yerlerini almadılar, onlara *katıldılar.* Onlarla bir oldular.” Bu durumu, Cook ya da Macellan gibi kâşiflerin uzak bölgelerde yaşayan insanlarla ilk kez karşılaşmasına benzetiyor. “Bunlar farklı türlerin değil, fiziksel birtakım farklılıklara sahip aynı türün buluşmalarıydı.”

Thome, fosil kayıtlarında açıkça görülen gerçeğin, inişsiz çıkışsız, süreklilik arz eden bir geçiş olduğu konusunda ısrarcı. “Yunanistan’daki Petralona’da bulunan 300.000 yıl öncesinden kalma meşhur bir kafatası, gelenekçiler arasında münakaşa yaratmıştır. Çünkü bazı bakımlardan *Homo erectus'u*, bazı bakımlardan *Homo sapiens'i* andırır. Zaten biz de diyoruz ki, birbirinin yerini almak yerine evrimleşen türlerde bulmayı bekleyeceğiniz şey aynen budur.”

Elimizde melezleşmeye işaret eden kanıtlar bulunsaydı, meselenin çözümüne katkısı olurdu, ama bunu fosillere bakarak kanıtlamak da çürütmek de hiç kolay değil. 1999’da Portekiz’de, arkeologlar 24.500 yıl

önce ölmüş dört yaşlarında bir çocuğun iskeletini buldular. iskelet baştan aşağı modem olmakla birlikte, Neandertal ’lerde rastlanan türden ilkel birtakım karakteristiklere de sahipti: alışılmadık derecede sağlam bacak kemikleri, ayırt edici bir dizilişe sahip dişler ve kafatasının arkasında (herkes aynı fikirde olmasa da) suprainiac fossa denilen bir çukurluk. Bu çukurluk yalnızca Neandertal’lere mahsus bir özellikti. St. Louis’daki Washington Üniversitesi’nden Erik Trinkaus, Neandertal’ler konusunun başta gelen uzmanı olarak, çocuğun melez olduğunu, dolayısıyla modem insanlarla Neandertal’lerin çiftleşerek melezleştiklerini kanıtladığını açıkladı. Öte yandan, Neandertal ve modem özelliklerin çarpıcı bir kolaylıkla ayırt edilebilir olmasından rahatsızlık duyanlar da vardı. Bir eleştirmenin ifadesiyle: “Bir katırın mesela, ön tarafı eşeğe, arka tarafı ata benzemez.”

Ian Tattersall’a göreyse, iskelet “tıknaz bir modem çocuk”tan başka hiçbir şey değildi. Neandertal’lerle modem insanlar arasında “aşna fişne” durumlarının pekâlâ yaşanmış olabileceğini kabul ediyor, ama bunun üreme açısından başarılı döllerle sonuçlanabileceğine inanmıyor.[2] “Hiçbir biyolojik âlemde, birbirinden bu kadar farklı, ama yine de aynı türe aitolaniki organizma tanımıyorum ben,” diyor.

Fosil kayıtlarından hayır gelmeyince, bilim adamları çalışmalarını giderek genetiğe yönlendirdiler ve bilhassa mitokondriyal DNA diye bilinen alanda yoğunlaştılar. Mitokondriyal DNA daha 1964’te keşfedilmişti, ama 1980’lere gelindiğinde, Berkeley’deki California Üniversitesi’nden bazı dâhi şahsiyetler, mitokondriyal DNA’nın iki özelliği sayesinde bir nevi moleküler saat vazifesi gördüğünü anlamışlardı: Yalnızca dişiler tarafından aktarıldığından, her yeni nesilde babaların DNA’sıyla karışmıyor ve normal nükleer DNA’dan yaklaşık yirmi kat hızlı mutasyon geçiriyordu. Bu da zaman içinde genetik kalıplarının saptanmasını ve takip edilmesini kolaylaştırıyordu. Mutasyon hızlarının izlenmesiyle, büyük insan topluluklarının genetik tarihleri ve ilişkileri çözülebilirdi.

1987’de merhum Allan Wilson liderliğindeki Berkeley ekibi, 147 bireyden alınmış mitokondriyal DNA örneklerini analiz edip, anatomik bakımdan modern insanların son 140.000 yıl içinde Afrika’da ortaya çıktığını ve “günümüzde yaşayan tüm insanların bu nüfustan türediğini”

açıkladı. Çok-bölgelilik taraftarları için ağır bir darbeydi bu. Ama sonra, insanlar verilere biraz daha dikkatli bakmaya başladılar. Çalışmanın güvenilirliğini neredeyse sarsacak derecede yadırgatıcı hususlardan biri de, söz konusu incelemede kullanılan “Afrikalıların” aslında Afrikalı-Amerikalılar olmalarıydı. Yani genleri belli ki son birkaç yüz yıldır hatırı sayılır miktarda aktarıma tabi kalmıştı. Mutasyonların varsayılan hızları konusunda da çok geçmeden şüpheler oluştu.

1992’de bu inceleme büyük ölçüde gözden düştü. Ama genetik analiz tekniklerinin tasfiyesi devam etti ve 1997’de Münih Üniversitesi’nin bilim adamları, orijinal Neandertal İnsanı’nın kol kemiğinden DNA çıkarıp analiz etmeyi başardılar. Bu sefer kanıtlar sağlam çıktı. Münih Üniversitesi’nin incelemesi Neandertal DNA’sının şu anda yeryüzünde bulunan hiçbir DNA’ya benzemediğini bulgulayarak, Neandertal’lerle modern insanlar arasında hiçbir genetik bağlantı bulunmadığını açıkça gösterdi. Çok-bölgelilik savına indirilen *asıl* darbe, işte bu oldu.

Derken, 2000 sonlarında, *Nature* ve başka bazı yayınlar, İsveçliler tarafından elli üç kişinin mitokondriyal DNA’sı üzerinde yapılmış bir incelemeye yer verdi. Bu çalışma, tüm modern insanların son 100.000 yıl içinde Afrika’dan yayıldıklarını ve en fazla 10.000 bireylik bir kurucu nüfustan türediklerini düşündürüyordu. Kısa süre sonra, Whitehead Enstitüsü/Massachusetts Teknoloji Enstitüsü Genom Araştırma Merkezi’nin direktörü Eric Lander, modern Avrupalıların ve belki daha uzak topraklardaki insanların “25.000 yıl öncesi kadar yakın bir tarihte anayurtlarını terk eden, en fazla birkaç yüz Afrikalıdan” türemiş olduklarını açıkladı.

Bu kitabın başka bir yerinde belirtmiş olduğum gibi, modem insanoğulları genetik açıdan son derece az değişkenlik gösterir. Bir otoritenin ifadesiyle, “elli beş şempanzelik bir sosyal grupta, insan nüfusunun tamamında olduğundan daha çok çeşitlilik vardır.” Bu durum şöyle açıklanır: Yakın zaman önce küçük bir kurucu nüfustan türemiş olduğumuz için, büyük bir değişkenlik kaynağı oluşturmaya yetecek kadar zamana da insan sayısına da ulaşılmamıştır. Çok-bölgelilik sert bir darbe daha almıştı. “Bundan sonra,” dedi Penn Eyalet Üniversitesi

akademisyenlerinden biri *Washington Post'a*, “çok az kanıta dayanan çok-bölgelilik kuramı fazla ciddiye alınmayacak.”

Ancak bütün bu saptamalar, Yeni Güney Galler’in batısındaki eski Mungo insanları’nın neredeyse sınırsız yükseklikteki sürpriz kapasitesini hiçe sayıyordu.

2001 başlarında, Thome ve Avustralya Ulusal Üniversitesi’nden meslektaşları, en eski (şu an itibariyle 62.000 yıllık) Mungo örneklerinden DNA elde ettiklerini ve bu DNA’nın “genetik bakımdan farklı” çıktığını bildirdiler.

Bulgulara göre, Mungo insanı anatomik bakımdan moderndi: Tıpkı sizin ve benim gibiydi. Ama tükenmiş bir genetik nesle aitti. Mungo insanı’nın mitokondriyal DNA’sına günümüz insanlarında artık rastlanmıyor, oysa o da tüm diğer modem insanlar gibi, yakın geçmişte Afrika’yı terk eden atalardan türemiş olsaydı, tam tersi olması gerekirdi.

“Böylece her şey bir kez daha altüst oldu,” diyor Thome, saklamaya çalışmadığı bir sevinçle.

Derken, daha da acayip başka aykırılıklar ortaya çıkmaya başladı. Oxford’daki Biyolojik Antropoloji Enstitüsü’nün nüfus genetikçilerinden Rosalind Harding modem insanlardaki betaglobin genlerini incelerken, Asyalılarla Avustralya yerlileri arasında yaygın olan, ama Afrika’ da hemen hiç rastlanmayan iki varyant buldu. Harding, varyant genlerin 200.000 küsur yıl evvel Afrika’ da değil, Asya’nın doğusunda ve modem *Homo sapiens'lerm* bölgeye ulaşmalarından çok daha evvel ortaya çıktığına emin. Bu varyant genleri açıklamanın tek yolu, bugün Asya’da yaşayan insanların ataları arasında Cava insanı ve benzerleri gibi ilkel insansılar bulunduğunu kabul etmekten geçiyor. işin ilginç yanı, aynı varyant gen Oxfordshire ’daki modem nüfuslarda da görülüyor.

iyice kafam karışınca, enstitüye gidip Bayan Harding’i ziyaret ettim. Enstitü, Oxford’daki Banbury Road üzerindeki eski bir villada faaliyet gösteriyor: Bill Clinton’ın okul günlerini geçirdiği muhitte. Harding, Brisbane kökenli, ufak tefek, cıvıl cıvıl bir Avustralyalı ve aynı anda hem neşeli, hem de ciddi olmak gibi ender rastlanan bir meziyete sahip.

Oxfordshire’daki insanların aslında içermemeleri gereken betaglobin dizilimlerine nasıl sahip olduklarını sorduğum zaman hemen, “Bilmiyorum,” dedi. Sonra biraz daha ciddileşerek, “Genelde,” diye devam etti sözlerine, “genetik kayıtlar Afrika’ dan çıkış hipotezini destekler. Ama öte yandan, çoğu genetikçinin hiç değinmemeyi tercih ettiği bu aykırı insan gruplarına da rastlarsınız. işin içyüzünü anlayabildiğimiz takdirde elimize inanılmaz miktarlarda bilgi geçecek, ama henüz anlayamıyoruz. Daha yolun çok başındayız.” Asya-kökenli genlerin Oxfordshire’daki varlığının, durumun belli ki çok karışık olduğu dışında bize neler söylüyor olabileceği hakkında ağzından laf almayı başaramadım. “Bu aşamada söyleyebileceğimiz tek şey, bunun yadırganacak bir şey olduğu ve sebebini de pek bilmediğimizdir,” dedi bana.

Harding’le buluştuğumuz sıralar, yani 2002 başlarında, Bryan Sykes adında bir diğer Oxford’lu bilim adamı *The Seven Daughters of Eve* (Havva’nın Yedi Kızı) başlığını taşıyan popüler kitabını daha yeni yazmıştı. Kitapta, mitokondriyal DNA üzerine yapılmış incelemeleri kullanarak, yaşayan tüm Avrupalıları yalnızca yedi kadından oluşan bir kurucu nüfusa (kitaba adını veren “Havva’nın kızları”na) köklendirebildiğini ileri sürüyordu. Söz konusu kadınlar, 10.000 ila 45.000 yıl önce, bilimin paleolitik (Eski Taş ya da Yontma Taş Çağı) diye adlandırdığı bir zamanda yaşamışlardı. Sykes onlara Ursula, Xenia, Jasmine gibi isimler takmış, hatta onlar için ayrıntılı birer kişisel geçmiş bile yazmıştı. (“Ursula, annesinin ikinci çocuğuydu. Birincisi, daha iki yaşındayken bir leopara yem olmuştu....”)

Harding’e bu kitabı sorduğum zaman, sanki nasıl cevap vereceğini bilemezmiş gibi, geniş ama ihtiyatlı bir gülümseme belirdi yüzünde. “Eh, sanının zor bir konunun halka sevdirilmesine katkıda bulunduğu için teşekkürü hak ediyor,” dedi ve düşünceli bir şekilde duraladı. “Aynca uzak bir ihtimalle de olsa haklı çıkması mümkün.” Güldü ve daha istekli bir sesle devam etti: “Tek bir hücreden sağlanmış hiçbir veri sizi bu kadar kesin bir sonuca ulaştıramaz. Mitokondriyal DNA’yı geriye doğru takip ederseniz sizi belli bir yere götürecektir: bir Ursula’ya, bir Tara’ya ya da adı her ne ise ona. Ama herhangi bir başka DNA parçasını alıp, *yine* geriye doğru takip ettiğiniz takdirde, bambaşka bir yerde bulursunuz kendinizi.”

Düşündüm de, gelişigüzel bir yola sapıp Londra dışına çıkmaya ve yolun John O'Groats'da son bulduğunu görüp, Londra'daki herkesin Iskoçya'nın kuzeyinden geldiği sonucuna varmaya benziyordu bu. Oradan gelmiş *olabilirler* elbette, ama yüzlerce başka yerden gelmiş olmaları da eşit derecede mümkün. Bu bakımdan, Harding'e göre her gen farklı bir anayoldur ve yol haritasını çıkarmaya daha yeni başladık. "Tek başına hiçbir gen size hikâyenin tamamını anlatmayacaktır," dedi.

Yani genetik araştırmalara güvenemeyecek miyiz?

"Araştırmalara tabii ki güvenebilirsiniz, yani çoğuna. Güvenemeyeceğiniz şey, insanların onlara ekseriyetle yükledikleri genel yargılardır."

Afrika'dan çıkışın "belki yüzde 95 olasılıkla doğru" olduğu kanaatinde, ama şunları da ekliyor: "iki tarafın da kendi görüşünde ısrar ederek bilime biraz zarar verdiği kanaatindeyim. Büyük bir olasılıkla, hiçbir şeyin bu iki kamp tarafından ileri sürüldüğü kadar basit olmadığı ortaya çıkacak. Kanıtlar, dünyanın farklı bölgelerinde çok sayıda göç yaşandığını, insanların dört bir yana yayıldığını ve bu durumun genellikle gen havuzunu karıştırdığını açıkça düşündürmeye başladı. işin içinden çıkmak hiçbir zaman kolay olmayacak."

Tam da o sıralar, çokeski DNA'ların geri kazanıldığı yolundaki iddiaların güvenilirliğini sorgulayan bildiriler yayınlanmaktaydı. Bir akademisyenin Nature'da yazdıklarına bakılırsa, paleontologun biri, kendisine eski bir kafatasının verniklenmiş olup olmadığı konusunda fikrini soran meslektaşını, kafatasının tepesini yaladıktan sonra vernikli olduğunu söyleyerek yanıtlamıştı. "Bu esnada," deniyordu Nature'daki makalede, "bol miktarda modem insan DNA'sı kafatasına aktarılmış olacak" ve gelecek incelemeler için onu kullanışsız hale getirecektir." Harding'e bunu da sordum. "Muhtemelen çoktan kirlenmiştir zaten," dedi. "Bir kemiği elinizde tutmak bile ona sizden bir şeyler bulaştırır. Nefesiniz onu kirletir. Laboratuvarlarımızda kullanılan suların çoğu onu kirletir. Hepimiz yabancı DNA'lar içinde yüzüyoruz. Güvenilir derecede temiz bir örnek üzerinde çalışabilmek için onu topraktan steril koşullarda çıkarıp, kazı alanında teste tabi tutmanız gerekir. Bir örneği kirletmemek dünyanın en zor işidir."

Yani bu tür iddialara şüpheyle mi yaklaşmalı? diye sordum.

Harding büyük bir ciddiyetle başını salladı. “Hem de nasıl,” dedi.

insanın kökenleri hakkında neden bu kadar az şey bildiğimizi bir çırpıda anlamak istiyorsanız, tam size göre bir yer biliyorum. Aradığınız yer Kenya’da, Nairobi’nin güneybatısındaki mavi Ngong Tepeleri’nin az ötesinde. Taşıtınızla kentten çıkıp Uganda’ya giden anayolda ilerlerken, öyle göz kamaştırıcı bir an gelir ki, adeta yer yarılır ve uçsuz bucaksız, soluk yeşil Afrika ovasının kuşbakışı manzarası gözlerinizin önüne seriliverir.

Burası, Afrika’nın doğusunda 4.827 kilometre boyunca geniş bir yay çizerek Afrika’yı Asya’dan koparan tektonik kırığı belirleyen Büyük Rift Vadisi’dir. Nairobi’nin belki 65 kilometre dışındaki bu noktada, güneşin kavurduğu vadi tabanı üzerinde, bir zamanlar büyük ve güzel bir göl kenarında uzanan ve Olorgesailie denilen eski bir arazi vardır. 1919’da, yani göl yok olduktan uzun süre sonra, J. W. Gregory adında bir jeolog mineral bulmak umuduyla bölgeyi kolaçan ederken, insan eliyle şekillendirildiği her halinden belli olan acayip kara taşlarla bezeli açık bir araziye rastladı. lan Tattersall’un bana anlattığı Acheulean aletlerinin imalatına sahne olmuş büyük arazilerden birini bulmuştu.

2002 güzünde, hiç hesapta yokken, bu olağanüstü araziyi görme fırsatı yakaladım. Bambaşka bir amaç için Kenya’daydım: Hayır kurumu CARE International tarafından yürütülen bazı projeleri ziyaret ediyordum. Ama beni davet edenler, insanın evrimine olan yoğun ilgimi bildiklerinden, programa bir de Olorgesailie gezisi sıkıştırmışlardı.

Olorgesailie, Gregory tarafından keşfedildikten sonra yirmi yılı aşkın bir süre kendi haline bırakıldı, ta ki meşhur karıkoca Louis ve Mary Leakey hâlâ devam eden bir kazıyı başlatana dek. Leakey’lerce bulunan şey, 40 dönümlük bir araziydi. 1,2 milyon yıl öncesinden 200.000 yıl öncesine kadar, yani kabaca bir milyon yıl boyunca, bu arazide hesapsız sayıda alet yapılmıştı. Günümüzde bu alet yatakları, büyük kalay sundurmalar altında kötü hava koşullarından korunur ve eli ziyaretçileri caydırmak amacıyla kümes teliyle çevrilmiştir. Ama bu önlemler dışında, bütün aletler

yaratıcıları tarafından atıldıkları ve Leakey'ler tarafından bulundukları yerlere olduğu gibi bırakılmıştır.

Kenya Ulusal Müzesi'nden bana rehberlik etmesi için gönderilen zeki genç Jillani Ngalli'nin dediklerine bakılırsa, baltaların yapımında kullanılan kuvars ve obsidiyen taşlar vadi tabanında hiçbir zaman bulunmamış: "Taşları ta oradan taşımak zorundaydılar," dedi Ngalli, görüş mesafemizin ortasında, arazinin ters taraflarında yükselen puslu bir çift dağı göstererek: Olorgesailie ve Ol Esakut. Her biri yaklaşık on kilometre uzaklıktaydı: bir kucak taşla zor yürünecek bir mesafe.

Olorgesailie Insanları'nın ne diye bu kadar zahmete girdiklerini ancak tahmin edebiliriz elbette. Ağır ağır taşlan bir hayli uzak yerlerden bin bir güçlükle göl kenarına taşımakla kalmadılar. Taşıdıktan sonra da, belki çok daha dikkate değer bir işe kalkışarak, araziyi organize ettiler. Leakey'lerin kazılan, bazı alanlarda baltaların şekillendirildiğini, bazılarındaysa bilenmek üzere getirilen kör baltaların biriktirildiğini ortaya koydu. Kısacası, Olorgesailie bir nevi fabrikaydı: faaliyetine bir milyon yıl devam eden bir fabrika.

Muhtelif denemeler, balta yapımının maharet ve emek isteyen bir iş olduğunu göstermiştir: Tecrübe kazanıldıktan sonra bile, bir baltaya şekil vermek saatler alır. Üstelik bu baltalar ne bir şey kesmek, ne parçalamak, ne kazımak, ne de denenmeye değer bulunan herhangi bir başka iş için özellikle elverişliydi. Yani sonunda şu kadarıyla yetinmek zorunda kalıyoruz: ilk insanlar hayret verici derecede manasız gözüken aletleri abartılı sayılarda üretmek için bu özel araziye bir milyon yıl boyunca akın ettiler. Devamlılık arz eden işbirlikçi projelerle çok daha az meşgul olan kendi türümüzün varoluş tarihinden çok hem de çok daha uzun bir süredir bu.

Peki bu insanlar kimdi? En ufak bir fikrimiz dahi yok. *Homo erectus* olduklarını varsayıyoruz, çünkü başka hiçbir aday tanımıyoruz. Bu da demek oluyor ki, en zeki Olorgesailie işçisinin zekâsı, modem bir insan yavrusununki kadardı. Ama bu kanaati destekleyecek hiçbir fiziksel kanıt yok elimizde. Altmış yılı aşkın bir süredir devam eden araştırmalara karşın, Olorgesailie'de ya da civarında hiçbir insan kemiği bulunamadı. Taşlara

biçim vermek için orada ne kadar vakit geçirmiş olurlarsa olsunlar, anlaşılan ölmek için başka bir yere gitmişler.

“Kim bilir,” dedi Jillani Ngalli bana, mutlu mutlu gülümseyerek.

Olorgesailie insanları, 200.000 yıl önce göl kuruyup, Rift Vadisi bugünkü sıcak ve meydan okuyucu halini almaya başladığı sıralar ortadan kayboldular. Ama o vakte gelindiğinde bir **tür** olarak günleri zaten sayılıydı. Dünya ilk gerçek üstün ırkını, *Homo sapiens'i* karşılamaya hazırlanıyordu. Artık hiçbir şey aynı olmayacaktı.

30

HOŞÇA KALIN

1680’lerin başlarında, tam da Edmond Halley, Christopher Wren ve Robert Hooke üçlüsünün Londra’daki bir kahvehanede buluşup, sonunda Isaac Newton’ın *Principia'sıyla,* Henry Cavendish’in dünyayı kantara vurmasıyla ve son dört yüz sayfanın büyük bölümünde bizi meşgul eden diğer yaratıcı ve övgüye değer teşebbüslerden birçoğuyla sonuçlanacak olan bahsi tutuştukları sırada, pek de arzu edilmeyen bir diğer kilometre taşı, Madagaskar’ın doğu kıyısına 1.300 kilometre kadar uzakta, Hint Okyanusu açıklarındaki Mauritius Adası’nda aşılmaktaydı.

Orada, adı sanı unutulmuş bir denizci ya da bu denizcinin evcil hayvanı, do-doların sonuncusunu eziyet ede ede öldürmekteydi. Ünlü uçamayan kuş dodo, aptal, kolay kanan ve ağır hareket eden bir hayvan olduğundan, kara iznindeyken canı sıkılan genç denizciler için karşı konulmaz bir hedef haline gelmişti. Adaların ıssızlığında huzur içinde yaşadığı milyonlarca yıl dodoyu insanoğlunun sapkın ve tüyler ürpertici davranışlarına hazırlamamıştı.

Son dodonun son anlarına eşlik eden koşullan, hatta onun hangi sene katledildiğini dahi kesin olarak bilmiyoruz. Dolayısıyla hangisi daha evveldi, belli değil: *Principia’lı* bir dünya mı, yoksa dodosuz bir dünya mı? Ama ikisinin de aşağı yukarı aynı zamana denk geldiğini biliyoruz. insanoğlunun ilahi ve caniyane tabiatını bundan daha iyi örnekleyen iki olay daha zor bulursunuz, benden söylemesi. Bir yandan ilahi kudretin en derin sırlarını çözerken, öte yandan bize asla zararı dokunmamış, kendisine

ne yaptığımızı anlamaktan bile âciz bir yaratığın kökünü kurutabilen bir organizma türüdür insanoğlu. Derler ki, dodoların basiretsizliği öyle çarpıcı boyutlara varıyordu ki, civardaki tüm dodolan bulmak istediğiniz takdirde tek yapmanız gereken, bir tanesini yakalayıp viyaklatmaktı. Diğerleri neler olduğunu merak edip tıpış tıpış ayağınıza gelirdi.

Zavallı dodonun gördüğü hakaretler bununla bitmeyecekti. 1755'te, yani son dodonun ölümünden yetmiş küsur sene sonra, Oxford'daki Ashmolean Müzesi'nin müdürü kurumun doldurulmuş dodosunun nahoş bir küf kokusu salmaya başladığına karar verip hayvanın ateşe atılmasını emretti. Müdürün karan şaşırtıcıydı, çünkü hayvan canlı olmasa da o zamana dek dodolardan geriye kalan son yadigârdı. Oradan geçmekte olan bir müze çalışanı dehşete kapılıp kuşu kurtarmayı denedi, ama yalnızca kafasını ve bacağının bir parçasını koparabildi.

Bunun ve başka sağduyusuzluklann eseri olarak, canlı bir dodonun neye benzediğinden bile pek emin değiliz artık. Dodolar hakkındaki bilgilerimiz, zannedildiğinden çok daha az: on dokuzucu yüzyıl doğabilimcisi H. E. Strickland'in hazin sözleriyle, "bilim adamı olmayan gezginler tarafından kabaca yapılmış bir avuç tanımdan, üç dört yağlıboya resimden ve bölük pörçük birkaç kemikli parçadan" ibaret. Strickland'in özlemle gözlemlediği gibi, eski bazı deniz canavarlarından ve hantal dinozorlardan artakalanlar, modem zamanlara dek yaşamış ve yaşamaya devam etmek için bizden yokluğumuzdan başka ihsan istememiş bir kuştan artakalanlardan daha fazla.

Yani dodo hakkında bütün bildiğimiz, Mauritius'ta yaşadığı, semiz ama lezzetsiz olduğu ve ağırlığı hiçbir zaman doğru kaydedilmediği için derecesi tam olarak bilinemese de güvercin familyasının gelmiş geçmiş en iri üyesi olduğu. Strickland'in "kemikli parçalarına" ve Ashmolean Müzesi'ndeki mütevazı kalıntılara dayanan tahminler, boyunun yetmiş beş santimden biraz uzun, gaga ucu ile kuyruğu arasında kalan eninin de aşağı yukarı aynı uzunlukta olduğunu gösteriyor. Uçamadığından, yere yuva yapardı. Bıraktığı yumurtalar ve yavrular, yabancılar tarafından adaya getirilen domuzlara, köpeklere ve maymunlara trajik bir kolaylıkla yem olurdu. 1683'e gelindiğinde nesli muhtemelen tükenmişti. 1693'e kadar dünyada dodolardan eser kalmadı. Onun benzerini bir daha asla

göremeyeceğimiz dışında, hakkında başka hiçbir bilgimiz yok. Üreme ve beslenme alışkanlıklarını, nerelerde gezindiğini, huzur veya endişe anlarında nasıl sesler çıkardığını hiç bilmiyoruz. Tek bir dodo yumurtası bile yok elimizde.

Canlı dodolarla tanışıklığımız topu topu yetmiş sene sürdü: Nefes kesici kısalıkta bir süredir bu. Gerçi tarihimizin bu noktasına geldiğimizde, telafisi mümkün olmayan cinayetler konusunda binlerce yıllık tecrübeyi arkamızda bırakmış olduğumuzu da belirtmeden geçmemeli. insanoğlunun tam olarak ne kadar yıkıcı olduğu bilinmez, ama son elli bin küsur yıldır her gittiğimiz yerde hayvanların çoğu kez şaşırtıcı büyüklükte kitleler halinde yok olmaya yüz tuttukları da bir gerçek.

Amerika’da, otuz büyük (bazıları bir hayli büyük) hayvan cinsi, on ila yirmi bin yıl önce modem insanların kıtaya ayak basmalarından sonra adeta bir çırpıda yok oldu. Kuzey ve Güney Amerika, avcı adam taş başlıklı mızrakları ve şahane organizasyon kabiliyetleriyle birlikte gelir gelmez, büyük hayvanlarının yaklaşık dörtte üçünü kaybetti. Hayvanların kendilerini insanlardan sakınma yollan geliştirmek için daha uzun vakit buldukları Avrupa ve Asya, büyük yaratıklarının üçte bir ila yansını yitirdi. Avustralya’nın kaybıysa, taban tabana zıt sebeplerden ötürü, yüzde 95’ten az olmadı.

Erken dönemlerde avcı nüfusları nispeten küçük, hayvan nüfuslarıysa muazzam büyüklükte olduğu için, bazı otoriteler iklim değişiklikleri ya da genel bir tür salgın gibi başka açıklamaların da var olması gerektiğini düşünüyorlar. (Sırf Kuzey Sibirya tundralannda 1 O milyon kadar mamut leşinin donmuş halde yattığı sanılıyor.) Amerikan Doğa Tarihi Müzesi’nden Ross MacPhee’nin sözleriyle: “Tehlikeli hayvanları gereğinden sık avlamanın hiçbir maddi yararı yoktur. Avlayacağınız hayvan sayısı ancak yiyebileceğiniz kadardır.” Hayvan yakalayıp dize getirmenin avcılığı caniliğe vardırabilecek derecede kolay olabileceğine inananlar da var. “Avustralya ve Amerika kıtalarında,” diyor Tim Flannery, “hayvanlar belki de tehlikeden kaçmayı yeterince iyi bilmiyorlardı.”

Nesli tükenmiş yaratıklardan bazıları alışılmadık ölçüde heybetliydi ve bugün hâlâ ortalıkta olsaydılar onlara mukayyet olmak için biraz önlem almamız gerekebilirdi. Evinizin üst kat penceresinden içerisini

dikizleyebilen tembelhayvanlar, neredeyse küçük bir Fiat büyüklüğünde kara kaplumbağaları, Batı Avustralya çöllerindeki otoban kenarlarında güneşlenen 6 metre uzunluğunda dev kertenkeleler hayal edin. Onlar maalesef yok olup gittiler ve bizler boyutları bir hayli küçülmüş canlılarla dolu bir gezegende yaşıyoruz. Günümüzde yeryüzünde yaşamakta olan cüsseli (en az bir ton ağırlığında) kara hayvanlarının sayısı dördü geçmez: filler, gergedanlar, hipopotamlar ve zürafalar. On milyonlarca yıl boyunca yeryüzünde yaşam hiç bu kadar küçük boyutlu ve evcil olmamıştı.

Burada akla takılan soru, Taş Çağı ve daha yakın zamanlardaki tür ölümlerinin, aslında tek bir nesil tükenişinin parçası olup olmadığıdır. Kısacası, insanlık yaradılış itibariyle diğer canlı varlıklar için kötü haber miydi, değil miydi? Acı ama gerçek: Pekâlâ öyle olabiliriz. Chicago Üniversitesi paleontologlanndan David Raup’a göre, biyolojik tarih boyunca evrim süreci içinde meydana gelen nesil tükenişlerinin doğal hızı, her dört yılda ortalama bir tür olmuştur. Yeni yapılan bir hesaba göre, insanların sebep olduğu nesil tükenişleri günümüzde bu düzeyin 120.000 misli bir hızla sürüyor olabilir.

1990’ların ortalarında, şimdi Adelaide’daki Güney Avustralya Müzesi’ni yöneten Avustralyalı doğabilimci Tim Flannery, nispeten yakın zamanlarda meydana gelenler dahil birçok nesil tükenişi hakkında ne az şey bildiğimizi hayretle fark etti. “Kayıtların neresine baksanız gediklerle karşılaşıyorsunuz. Dodolar gibi eldeyken yitirilen ya da kayıtlara hiç geçmeyen eksik parçalar var,” dedi bana,2002 başlarında Melboume ’de kendisiyle buluştuğum zaman.

Flannery, kendisi gibi Avustralyalı olan ressam arkadaşı Peter Schouten’la birlikte kolları sıvayıp, dünyanın en önemli koleksiyonlarını taramak gibi biraz saplantılı bir işe girişti. Amaçları, nelerin kaybolduğunu, geriye nelerin kaldığını ve nelerin hiçbir zaman bilinmediğini ortaya çıkarmaktı. Eski hayvan derilerini, küflenmiş örnekleri, sararıp solmuş çizimleri ve yazılmış tanımları, yani eldeki her şeyi gözden geçirmeye dört senelerini verdiler. Schouten makul bir suretini çıkarabildikleri her hayvanın gerçek boyutlarda resimlerini yaptı, Flannery de metinleri yazdı. Sonuçta, olağanüstü bir kitap çıktı ortaya: *A Gap in Nature* (Doğada Bir

Gedik). Son üç yüz yıl içinde nesli tükenmiş hayvanların en eksiksiz ve ne yalan söyleyeyim, en dokunaklı kataloguydu bu.

Kayıtlar bazı hayvanlar konusunda hiç fena değildi, ama bazen yıllarca, bazen sonsuza dek, bu kayıtlar üstünde kalem oynatan olmamıştı. Denizineği (dugongla akraba olan mors benzeri bir yaratık), nesli tükenen son devasa hayvanlardan biriydi. Muazzam büyüklükteydi: Yetişkin bir denizineği neredeyse 9 metre uzunluğa ve 10 ton ağırlığa ulaşabilirdi. Ama bugün denizineği diye bir hayvan tanıyorsak, bunu tek bir olaya borçluyuz: 1741'de bir Rus keşif heyetinin Bering Denizi'ndeki ıssız ve sisli Komandor Adaları'nda karaya oturmasına. Bu yaratıkların hâlâ sürüler halinde yaşadığı yegâne yerdi orası.

Bereket versin, heyette Georg Steller adında bir doğabilimci vardı. Denizineği Steller'ı büyülemişti. "Son derece teferruatlı notlar aldı," diyor Flannery. "Bıyıklarının çapını bile ölçtü. Tanımlamadığı tek şey, hayvanlardan erkek olanlarının üreme organlarıydı. Gerçi nedense dişilerinkini seve seve tarif etmişti. Derilerinden bir parça bile sakladı, böylece hayvanın yapısı hakkında epey fikir sahibi olduk. Ama her zaman bu kadar şanslı değildik."

Steller'ın yapamadığı tek şey, denizineğinin kendisini kurtarmak oldu. Avlana avlana çoktan yok oluşun eşiğine getirilmiş olan hayvanın nesli, Steller tarafından keşfedilişini takip eden yirmi yedi sene içinde tükenecekti. Başka pek çok hayvan, haklarında bilinenler çok az olduğundan, kayıtlara geçmeyi bile başaramadı. Darling Downs'un sıçrayan faresi, Chatham Adaları'nın kuğusu, Ascension Adası'nın uçamayan kızıl sutavuğu, en az beş büyük denizkaplumbağası türü ve daha pek çok hayvan, arkalarında isimlerinden başka hiçbir iz bırakmadan silinip gittiler.

Flannery ile Schouten, nesli tükenen hayvanların hayli büyük bir bölümünün zalimlik ya da düşüncesizlik ötüründen değil, saçma sapan sebepler yüzünden yok olduğunu keşfetti. 1894'te, Stephens Adası denilen ıssız bir kaya parçası üzerine bir deniz feneri dikildi. Bu ada Yeni Zelanda'nın Kuzey ve Güney Adaları arasındaki çalkantılı bir boğazdaydı. Derken, fener bekçisinin kedisi acayip birtakım küçük kuşlar yakalayıp sahibine getirmeye başladı. Bekçi, örnek bir görev bilinci göstererek, Wellington'daki müzeye bazı kuş örnekleri gönderdi. Örnekleri teslim alan

küratör çok heyecanlandı, zira bu kuş uçamayan çitkuşlannın nadide bir türüne aitti: Dünyanın herhangi bir yerinde o vakte dek bulunmuş tek uçamayan tüneyici kuş örneğiydi. Küratör adaya doğru derhal yola koyuldu, ama oraya varana kadar kedi bütün kuşları öldürmüştü. Stephens Adası ’nın uçamayan çitkuşu türünden geriye kalanlar, doldurulmuş on iki müze örneğinden ibarettir.

O kadarına bile şükretmeli. Çünkü çoğunlukla, tükenen türleri tükenmeden önce kolladığımızdan daha iyi kollamıyoruz anlaşılan. Alın işte güzelim Carolina papağanının hali. Zümrüt yeşili bir bedeni, altın sansı bir kafası olan bu kuş, Kuzey Amerika’nın belki de gelmiş geçmiş en çarpıcı ve güzel kuşuydu. Belki fark etmişsinizdir, papağanlar bu kadar kuzeye sokulmaya genellikle cesaret etmezler. Varoluşunun doruk noktasındayken Carolina papağanı inanılmaz sayılarda yaşar, sayıca üstünlüğü yalnızca gezgin güvercinlere kaptırırdı. Ama aynı zamanda, çiftçilerden haşere muamelesi görür ve acayip bir alışkanlığı yüzünden kolayca tuzağa düşerdi: Silah sesi duyunca (gayet doğal olarak) havalanır, ama neredeyse hemen ardından, vurulan arkadaşları olup olmadığını görmek için geri dönerdi.

Charles Willson Peale, on dokuzuncu yüzyıl başlarında yazdığı klasik *American Ornithology* (Amerikan Kuşbilimi) adlı yapıtında, Carolina papağanlarının tünediği bir ağaca av tüfeğini tekrar tekrar nasıl boşalttığını anlatır:

Her kurşun yağmurundan sonra ağaçtan sapır sapır döküldükleri halde, hayatta kalanların şefkati giderek artıyordu sanki; zira civarda birkaç kere dolandıktan sonra geri dönüp tekrar yakınıma konuyor ve yerde yatan katledilmiş arkadaşlarına öyle belirgin bir merhamet ve endişeyle bakıyorlardı ki, bir daha ateş etmeye elim varmıyordu.

Yirminci yüzyılın ikinci onyılına girildiğinde bu kuşlar o kadar insafsızca avlanmışlardı ki, yalnızca esaret altındaki birkaçı hayatta kalmıştı. Inca adlı sonuncusu, 1918’de, son gezgin güvercin Cincinnati Hayvanat Bahçesi’nde öleli dört yıl olmadan, aynı hayvanat bahçesinde can verdi ve saygıyla içi dolduruldu. Peki zavallı Inca’yı görmek için nereye gitmeniz gerekiyor? Bunu kimse bilmiyor. Çünkü hayvanat bahçesi onu kaybetti.

Yukarıdaki hikâyenin en şaşırtıcı ve kafa karıştırıcı yanı, Peale'in bir kuş sevdalısı olmasına rağmen çok sayıda papağanı gözünü kırpmadan öldürebilmesidir. Üstelik, bu deneyimi ilginç bulmasından daha iyi bir sebep yoktur ortada. Ne hayret verici bir gerçektir ki, tarih boyunca dünyanın canlı varlıklarıyla en yoğun biçimde ilgilenen insanlar, o canlıları ortadan kaldırması en muhtemel insanlar olmuştur.

Bu durumu ikinci Baron Rothschild olan Lionel Walter Rothschild'dan daha iyi örnekleyen kimse yoktur. Büyük bir bankacı ailenin evladı olan Rothschild yalnızlığa eğilimli, tuhaf bir adamdı. Bütün hayatını Buckinghamshire'ın Tring bölgesindeki evinin çocuklara ayrılmış bölümünde, çocukluk eşyalarını kullanarak geçirdi. Ağırlığı 135 kiloya ulaştığı halde çocukluk karyolasında uyurdu.

Doğa tarihine düşkündü ve tutkulu bir koleksiyoncu olup çıkmıştı. Sürülerce (her defasında dört yüz kadar) eğitimli adamı, dağlara tırmanıp balta girmemiş ormanlara dalarak yeni yaratıklar, özellikle de uçan canlılar bulmaları için dünyanın dört bir yanına salardı. Bulunan canlılar sandıklara veya kutulara yerleştirilip Rothschild'ın Tring'deki malikânesine gönderilirdi. Rothschild ve emrindeki asistan ordusu, ellerine geçen her parçayı teferruatlı olarak kaydeder, inceler ve ardı ardına bir sürü kitap, bildiri ve monografi yazardı. Yapıtlarının toplam sayısı bin iki yüz kadardır. Rothschild'ın doğa tarihi fabrikası iki milyonun hayli üstünde örneği işlemden geçirdi ve bilim arşivine beş bin yaratık türü kattı.

Ne var ki, Rothschild'ın koleksiyonculuğu on dokuzuncu yüzyılın ne en kapsamlı, ne de en yüksek sermayeli girişimiydi. Bu unvan, kesin sayılabilecek bir olasılıkla, Rothschild'dan biraz daha evvel yaşamış olan, yine çok varlıklı bir İngiliz koleksiyoncuya, Hugh Cuming'eaittir. Cuming koleksiyonculuğu öyle güçlü bir takıntı haline getirmişti ki, okyanus yolculuğuna elverişli büyük bir gemi yaptırmış ve bu gemiyle durup dinlenmeden dünyayı dolaşacak bir tayfa tutmuştu. Tamgün çalışan bu adamların görevi, bulabildikleri her şeyi, kuşları, bitkileri, her cinsten hayvanı ve özellikle de kabukluları toplayıp Cuming'e getirmekti. Darwin'in eline geçen ve verimli çalışmalarına temel oluşturan eşsiz sülükayaklı koleksiyonu Cuming'inkiydi.

Yine de Rothschild’ı zamanının en bilimsel koleksiyoncusu olarak görmek mümkündür. Gerçi ne üzücüdür ki aynı zamanda en kana susamış koleksiyoncusu olmuştur: Rothschild 1890’larda Hawaii’ye merak sardı. Bu adalar, dünyanın belki de en savunmasız ve dolayısıyla en baştan çıkarıcı doğal ortamına sahipti. Yalıtılmışlık içinde geçen milyonlarca yıl, Hawaii’nin 8.800 eşsiz hayvan ve bitki türü evrimleştirmesini mümkün kılmıştı. Rothschild’ın asıl ilgisini çeken, adaların renkli ve özgün kuşlarıydı. Bu kuşlar çoğunlukla gayet belirli yerlerde yaşayan çok küçük nüfuslardan oluşuyordu.

Birçok Hawaii kuşunun bahtsızlığı, farklı, cazip ve nadide olmaları yetmezmiş gibi (en iyi koşullar altında bile tehlikeli bir kombinasyondur bu), çoğu zaman nefes kesici bir kolaylıkla yakalanabilmeleriydi. Hawaii’de çok yaygın olan bir familyanın zararsız üyelerinden büyük koa ispinozu, koa ağaçlarının yaprakları arasına çekingence saklanır, ama biri sesini taklit eder etmez saklandığı yerden çıkıp, hoş geldin gösterisi yapmak üzere aşağıya uçardı. Türünün en son örneği, 1896’da, Rothschild’ın sağ kolu olan Harry Palmer tarafından öldürülerek yok edildi. Bundan beş sene önce de akrabalarından küçük koa ispinozu ortadan kaybolmuştu. O kadar nadide bir türdü ki, yeryüzünde şimdiye dek tek bir örneği görülmüş, o da Rothschild’ın koleksiyonu için vurulmuştu. Rothschild’ın yoğun bir tempoyla örnek topladığı on küsur yıl boyunca, en az dokuz Hawaii kuşu tarihe karıştı. Bu rakam daha bile yüksek olabilir.

Rothschild her ne pahasına olursa olsun kuş yakalama hevesinde hiçbir surette yalnız değildi. Ondan daha acımasızları vardı. 1907’de, Alanson Bryan adında tanınmış bir koleksiyoncu, kara mamolann son üç örneğini vurmuş olduğunu fark etti. Kara mamo, keşfedileli aradan yalnızca on yıl geçmiş bir orman kuşuydu. Bunu öğrenince “sevinçten” uçtuğunu söylemişti Bryan.

Kısacası, kavranması güç bir çağdı: insanların davetsiz misafir addedilen hemen her hayvana zulmettikleri bir dönem. 1890’da New York Eyaleti, doğudan puma getirenlere yüzü aşkın ödül dağıttı. Oysa bu çok taciz edilen yaratıkların yok oluşun eşiğine geldiği açıkça biliniyordu. 1940’lara değin birçok eyalet, hemen her yırtıcı hayvan için ödül dağıtmaya devam etti. Batı Virginia, en çok ölü musibet getiren herkese bir yıllık

üniversite bursu verdi. “Musibet” lafını, tarlalarda yetiştirilmeyen ya da evcil hayvan olarak beslenmeyen hemen her şey olarak yorumlamak serbestti.

Bu çağın garipliğini “Bachman’ın kamışçını”[63] diye bilinen, küçük, güzel bir ötücükuşun kaderinden daha canlı belki de hiçbir şey anlatamaz. Amerika Birleşik Devletleri’nin güneyine özgü bir kuş olan “Bachman’ın kamışçını”, olağanüstü heyecan verici ötüşüyle ünlüydü, ama zaten hiçbir zaman çok kabarık olmayan nüfusu zamanla adamakıllı küçüldü. Sonunda 1930’lara gelindiğinde tamamen ortadan kalktı ve senelerce onlardan birini gören olmadı. Derken 1939’da, ne mutlu bir tesadüftür ki birbirinden hayli uzak yerlerde ayn ayn çalışan iki kuş meraklısı, yalnızca iki gün arayla, bu türün yapayalnız yaşayan son örneklerine rastladılar. İkisi de kuşları vurdular ve böylece yeryüzünde bu kuşu gören son insanlar oldular.

Yok etme içgüdüsü elbette yalnızca Amerikalılara mahsus değildi. Avustralya’da, sırtı kaplan çizgileriyle bezeli, köpeğimsi bir yaratık olan Tazmanya kaplanı (daha doğrusu keselikurt) getirenlere ödül dağıtılırdı. Son Tazmanya kaplanının 1936’da özel bir hayvanat bahçesinde perişan ve isimsiz bir halde ölmesinden kısa süre öncesine kadar bu uygulamaya devam edildi. Bugün Tazmanya Müzesi’ne gider ve modern zamanların yegâne büyük etobur keseli hayvanı olan bu türün son örneğini görmek istediğinizi söylerseniz, size gösterebilecekleri tek şey fotoğraflar olacaktır. Yaşayan son keselikurt, haftalık artıklarla birlikte çöpe atıldı çünkü.

Bütün bunları size anlatmamın sebebi, kozmosumuzun yalnızlığında yaşama göz kulak olacak, geleceği gözetip geçmişin kaydını tutacak bir organizma tasarlayacağınız takdirde, bu iş için insanoğlunu seçmeyeceğinizi göstermekti.

Ama işte son derece çarpıcı bir husus: Bizler, kaderin ya da Tanrı’mn veya adını ne koymak isterseniz onun takdiriyle, bu iş için seçilmişiz. Anlayabildiğimiz kadarıyla, en iyi aday biziz. Belki de tek adayız. Canlılar evreninin aynı anda hem en üstün başarısı, hem de en kötü kâbusu olabileceğimizi düşünmek tüyler ürpertici.

Diğer varlıkların ne canlısını ne ölüsünü umursuyoruz. Bu konudaki ihmalimiz öyle çarpıcı boyutlarda ki, kaç canlının zamanla yok olup tarihe

karıştığı veya yakında karışabileceği ya da hiç karışmayabileceği ve bu süreçlerden herhangi birinde bizim nasıl bir rol oynamış olduğumuz konusunda en ufak bir fikrimiz dahi yok. l979'da yazar Norman Myers, *The Sinking Ark* (Batan Gemi) adlı kitabında, insan faaliyetlerinin gezegen üzerinde haftada 2 nesil tükenişine yol açtığı fikrini ortaya attı. 1990'ların başlarına gelindiğinde, bu sayıyı haftada 600 küsura çıkarmıştı. (Söz konusu nesil tükenişleri tüm canlılar âlemi için geçerlidir, hayvanların yam sıra, bitkiler ve böcekler için de.) Bu oram daha da yukarılara çekip, haftada 1, 000 küsur türe yükseltenler oldu. Öte yandan, 1995 tarihli bir Birleşmiş Milletler raporu, son dört yüz yıl içinde tükendiği bilinen nesil sayılarını şöyle belirledi: hayvanlar için 500'ün biraz altında, bitkiler içinse 650'nin biraz üstünde. Bu tahminlerin bilhassa tropik türler bakımından "aslından düşük" kaldığına kesin gözüyle bakılabileceğini de belirtmeden edemedi. Birkaç yorumcu, nesil tükenişlerine ilişkin çoğu rakamın fena halde abartıldığı kanısında.

Gerçek şu ki, bilmiyoruz. Hiçbir fikrimiz yok. Yapmış olduğumuz pek çok şeyi yapmaya ne zaman başladığımızı bilmiyoruz. Şu an ne yapmakta olduğumuzu ve şimdiki eylemlerimizin geleceği nasıl etkileyeceğini bilmiyoruz. Bildiğimiz tek şey, üstünde bir şeyler yapılabilecek tek bir gezegenin ve hatırı sayılır büyüklükte bir fark yaratmaya muktedir tek bir türün var olduğu. Edward O. Wilson bunu *The Diversity of* Li/e'da, bulunabilecek en özlü sözlerle dile getirmişti: "Tek gezegen, tek deney."

Eğer bu kitaptan alınacak bir ders varsa, o da burada olduğumuz için çok ama çok şanslı olduğumuzdur. Ve "biz" derken bütün canlıları kastediyorum. Bu evrende herhangi bir şekilde can taşımanın hayli büyük bir başarı olduğu anlaşılıyor. İnsanlar olarak iki misli başarılıyız tabii: Yalnızca var olma ayrıcalığının değil, varoluşumuzu takdir etme ve hatta, pek çok bakımdan iyileştirme gibi münferit bir yeteneğin de keyfini sürüyoruz. Daha yeni yeni kavramaya başladığımız bir yetenek bu.

Bu yüce konuma şaşırtıcı derecede kısa zamanda ulaştık. Davranışsal açıdan modem olan, yani konuşabilen, hüner gösterebilen ve kompleks etkinlikler düzenleyebilen insanlar, Yerküre tarihinin yalnızca 0,0001 'i süresince var olmuşlardır: Daha dün bir, bugün iki. Ama soyumuzu bu

kadar kısa süredir devam ettirebilmemiz için bile, şansımızın neredeyse sonsuz derecede yaver gitmesi gerekmiştir.

Gerçekten de daha yolun çok başındayız. Marifet, elbette, sonunu hiç görmemeyi başarmakta. Ve bunun da birkaç şanslı tesadüften fazlasını gerektireceğine kesin gözüyle bakabiliriz.

NOTLAR

BÖLÜM 1: BİR EVREN NASIL İNŞA EDİLİR?

SAYFA

9 "Protonlar öyle küçüktür ki,..." Bodanis, *E* = *mc*^{2}, **s. 111.**

9 "Şimdi de bu mini minnacık uzaya,..." Guth, *The Inflationary Universe,* **s. 254.**

10 "Genel mutabakat, yaklaşık 13,7 milyar yıl öncesine işaret eder gibi,..." U.S. News and World Report, "How Old Is the Universe?" 18-25 Ağustos 1997, s. 34-36; New York Times, "Cosmos Sits for Early Portrait, Gives Up Secrets," 12 Şubat 2003, s. 1.

10 "...bilimin 'zaman = sıfır' (t = O) diye tanımladığı bir an geldi." Guth, The Inflationary Universe, s. 86.

11 "Süpürge ve fırçalarla yeniden çanağa tırmanıp,..." Lawrence M. Krauss, "Rediscovering Creation," [Shore (ed.), Mysteries of Life and the Universe, s. 50].

11 "...bu işi görecek bir alet bile önermişti: Holmdel'deki Bell antenini." Overbye, Lonely Hearts of the Cosmos, s. 153.

11 "Onlar, evrenin ya da en azından görülebilir kısmının 90 milyar trilyon mil ötedeki kıyısını bulmuşlardı." *Scientific American,* **"Echoes from the Big Bang," Ocak 2001, s. 38-43;** *Nature,* **"It All Adds Up," 19-26 Aralık 2002, s. 733.**

11 "Penzias ile Wilson'ın keşfi, görülebilir evrenle tanışıklığımızı..." Guth, *The Inflationary Universe,* **s. 101.**

12 "Göreceğiniz cızırtılı statiğin yaklaşık olarak yüzde birine,..." Gribbin, *In the Beginning,* **s. 18.**

12 "...'Bunlar dini meselelere çok yakın konulardır'..." *New York Times,* **"Before the Big Bang, There Was... What?" 22 Mayıs 2001, s. Fl.**

13 "...yani bir saniyenin on milyon trilyon trilyon trilyonda biri." Alan Lightınan, "First Birth," [Shore (ed.), *Mysteries of Life and the Universe,* **s. 13].**

13 "Guth o sıralar otuz iki yaşındaydı ve kendi ağzıyla itiraf ettiği gibi,..." Overbye, *Lonely Hearts of the Cosmos,* s. 216.

13 "Dicke'in konuşması Guth'a ilham verdi ve onu..." Guth, *The Jnflationary Universe,* s. 89.

13 "...her 10-34 saniyede bir, büyüklüğünü ikiye katladı." Overbye, *Lonely Hearts of the Cosmos,* s. 242.

13 "...ama evreni avucunuzun içinde tutabileceğiniz bir şeyden en az

10.000.000.000.ooo.ooo.ooo.ooo.ooo misli büyük bir şeye dönüştürdü." *New Scientist,* The First Split Second," 31 Mart 2001, s. 27-30.

14 "...yıldızların, galaksilerin ve diğer kompleks sistemlerin yaratılışı için mükemmelen donatılmış bir evren." *Scientific American,* "The First Stars in the Universe," Aralık 2001, s. 64-71; *New York Times,* "Listen Closely: From Tiny Hum Came Big Bang," 30 Nisan 2001, s. 1.

15 “...başarısızlığa uğrayan girişimleri kimse hesaba katmamıştır.” Alıntı: Guth, *The Jnflationary Universe,* s. 14.

15 “Rees bu durumu çok büyük bir giyim mağazasına benzetir:...” *Discover,* “Why Is There Life?”, Kasım 2000, s. 66.

15 “Her halükarda, sayılardaki en ufak bir oynamayla birlikte,...” Rees, *Just Six Numbers,* s. 147.

15 “Ama ileride, kütleçekimi biraz güçlenebilir.” *Financial Times,* “Riddle of the Flat Universe,” 1-2 Temmuz 2000; *Economist,* “The World Is Flat After All,” 20 Mayıs 2000, s. 97.

16 “Daha doğrusu, galaksiler hızla birbirlerinden uzaklaşıyor.” Weinberg, *Dreams of a Final Theory,* s. 34.

16 “Bilim adamları bizim gerçekte evrenin merkezi olamayacağımızı...” Hawking, *A Brief History of Time,* s. 47.

16 “Bu görülebilir evren, yani bildiğimiz ve hakkında konuşabileceğimiz evren,...” Hawking, *A BriefHistory of Time,* s. 13.

16 “Rees’e göre, bu daha büyük, görülmemiş evrenin kıyısına kaç ışık yılı mesafede olunduğu,...” Rees, *Just Six Numbers,* s. 147.

BÖLÜM 2: GÜNEŞ StSTEMtNE HOŞ GELDlNlZ

SAYFA

18 “Ücra yıldızların en ufak titreşimlerinden,...” *New Yorker,* “Among Planets,” 9 Aralık 1996, s. 84.

18 “...‘yere düşen tek bir kar tanesinin enerjisinden azdır.”’ Sagan, *Cosmos,* s. 217.

18 “...James Christy adında genç bir astronom...” ABD Donanma

Gözlemevi’nin basın bülteni, “20th Anniversary ofthe Discovery ofPluto’s Moon Charon,” 22 Haziran 1998.

18 “...Plüton hiç kimsenin tahmin edemediği kadar küçüktü: ...” *Atlantic Monthly,* **“When Is a Planet Not a Planet?” Şubat 1998, s. 22-34.**

19 “Astronom Clark Chapman’ın sözleriyle:...” Alıntı: PBS *Nova,* **“Doomsday Asteroid,” ilk yayın tarihi: 29 Nisan 1997.**

19 “...birinin bu uyduyu yeniden tespit edip Christy tarafından ortaya konan varlığını onaylayabilmesi için aradan yedi sene geçmesi gerekmiştir.” ABD Donanma Gözlemevi’nin basın bülteni, “20th Anniversary of the Discovery ofPluto’s Moon Charon,” 22 Haziran 1998.

20 “Bir senelik sabırlı bir araştırmadan sonra Plüton’u tespit etmeyi başardı:... ” Tombaugh bildirisi, “The Struggles to Find the Ninth Planet,” NASA’nın web sitesinden.

20 “Birkaç astronom, oralarda bir yerde hâlâ bir X Gezegeni’nin...” *Economist,* **“X Marks the Spot,” 16 Ekim 1999, s. 83.**

20 “Kuiper Kuşağı, aslında 1930 yılında F. C. Leonard adında bir astronom tarafından kuramlaştırılmıştır,...” *Nature,* **“Almost Planet X,” 24 Mayıs 2001, s. 423.**

21 “Kısa süre önce, 11 Şubat 1999’da, Plüton dış kulvarına geri döndü...” *Economist,* **“Pluto Out in the Cold,” 6 Şubat 1999, s. 85.**

21 “...Aralık 2002 itibariyle altı yüzü aşkın sayıda, alternatif adlarıyla Neptün-ötesi Cisim veya Plütino buldular.” *Nature,* **“Seeing Double in the Kuiper Belt,” 12 Aralık 2002, s. 618.**

21 “...bir parça mangal kömürününkiyle hemen hemen aynı.” *Nature,* **“Almost Planet X,” 24 Mayıs 2001, s. 423.**

22 “...şu anda saatte yaklaşık 56.000 kilometre hızla bizden uzaklaşmaktalar.” PBS *NewsHour* **transkripsiyonu, 20 Ağustos 2002.**

22 “...ama içindeki her görülebilir cisim .. . sisteme ait alanın trilyonda birinden azını doldurur.” *Natural History,* **“Between the Planets,” Ekim 2001, s. 20.**

23 “Şimdi bu sayı ‘en az doksan’ a çıktı,...” *New Scientist,* **“Many Moons,” 17 Mart 2001, s. 39;** *Economist,* **“A Roadmap for Planet-Hunting,” 8 Nisan**

2000, s. 87.

23 “...Oort bulutuna da ... ancak on bin yıl sonra ulaşabileceğiz.” Sagan ve Druyan, *Comet,* **s. 198.**

23 “...muhtemelen ... ekipteki herkesin ölümüyle sonuçlanacağı...” *New Yorker,* **“Medicine on Mars,” 14 Şubat 2000, s. 39.**

24 “Saatte yalnızca yaklaşık 220 mil hızla hareket eden kuyrukluyıldızlar

uzayda vakur bir edayla sürükleniyorlar.” Sagan ve Druyan, *Comet,* s. 195.

24 “İnsan eliyle yaratılmış vakumların en mükemmeli bile yıldızlararası uzayın boşluğu kadar boş değildir.” Ball, *H2O,* s. 15.

24 “...Proxima Centauri, kozmostaki en yakın komşumuzdur...” Guth, *The Inflationary Universe,* s. 1; Hawking, *A Brief History of Time,* s. 39.

25 “Uzaydaki yıldızlar arasındaki ortalama uzaklık...” Dyson, *Disturbing the Universe,* s. 251.

26 ‘“Eğer uzaya rasgele serpiştirildiysek,’ diye yazar Sagan,...” Sagan, *Cosmos,* s. 52.

BÖLÜM 3: RAHİP EVANS’IN EVRENİ

SAYFA

27 “...yüz milyar güneşin enerjisini bir anda salıp,...” Ferris, *The Whole Shebang,* s. 37.

27 “‘Sanki bir trilyon hidrojen bombası aynı anda infilak etmiş gibi olur,’...” Robert Evans, yazarla röportaj, Hazelbrook, Avustralya, 2 Eylül 2001.

28 “...kitabının otistik âlimlere ilişkin bölümünde ona geniş yer ayırır...” Sacks, *An Anthropologist on Mars,* s. 198.

29 “...‘sinir bozucu bir soytarı’...” Thome, *Black Holes and Time Warps,* s. 164.

29 “...onunla yalnız kalmayı reddetti.” Ferris, *The Whole Shebang,* s. 125.

29 "Zwicky ... Baade'yi ... öldüreceğini söyleyerek, en az bir defa tehdit etti." Overbye, *Lonely Hearts of the Cosmos,* s. 18.

29 "Bu durumda atomlar birbirini ezer, ..." *Nature,* "Twinkle, Twinkle, Neutron Star," 7 Kasım 2002, s. 31.

29 "...evrendeki en büyük patlamaya sebep olacak kadar fazla enerji." Thome, *Black Holes and Time Warps,* s. 171.

30 "Kozmik ışınlar kavramıysa, ... henüz geçerlik kazanmamıştı." Thome, *Black Holes and Time Warps,* s. 174.

30 "...'fizik ve astronomi tarihinin en öngörülü dokümanlarından biridir."' Thome, *Black Holes and Time Warps,* s. 174.

30 "...'fizik yasalarını, fikirlerinin doğruluğunu kanıtlayabilecek kadar iyi anlamıyordu."' Thome, *Black Holes and Time Warps,* s. 174.

30 "...yaklaşık kırk yıl süresince ciddi anlamda hiç ilgi çekmeyecekti." Overbye, *Lonely Hearts of the Cosmos,* s. 18.

30 "...çıplak gözle bakıldığında yalnızca 6.000 kadar yıldız seçilebilir... " Harrison, *Darkness at Night,* s. 3.

32 "1987'de ... Saul Perlmutter, ... onları aramanın sistematik bir yöntemini

bulmak için kolları sıvadı." BBC *Horizon* belgeseli "From Here to Infinity," programının transkripsiyonu, ilk yayın tarihi: 28 Şubat 1999.

33 "Böyle bir olayın haberi ışık hızıyla yayılır, ama yıkıcılığı da öyle." John Thorstensen, yazarla röportaj, Hanover, New Hampshire, 5 Aralık 2001.

34 "Süpernovalar, kayıtlı tarih boyunca yalnızca altı defa, çıplak gözle görülebilecek kadar yakınımızda oluşmuştur." Evans'tan alınan bilgi, 3 Aralık 2002.

34 " ... 'kozmolog ve ihtilafçı' ..." *Nature,* "Fred Hoyle (1915-2001)," 17 Eylül 2001, s. 270.

35 "... insanların kozmik patojenlerin sistemlerine girmesini önlemek için alt kısımlan delikli burun çıkıntıları geliştirdiklerini..."

Gribbin ve Cherfas, *The First Chimpanzee,* s. 190.

35 "...genişledikçe yeni maddeler yaratmaya devam ettiğini..." Rees, *Just Six Numbers,* s. 75.

35 "... 100 milyon derece ya da daha yüksek..." Bodanis, $E = mc^2$, s. 187.

35 "...güneş sisteminin kütlesinin yüzde 99,9'u..." Asimov, *Atom,* s. 294.

36 "Sadece 200 milyon yıl, belki daha kısa bir süre içinde,..." Stevens, *The Change in the Weather,* s. 6.

36 "Ay'ı oluşturan maddenin büyük kısmının Yerküre'nin çekirdeğinden değil, kabuğundan koptuğu düşünülüyor:..." *New Scientist* ilavesi, "Firebirth," 7 Ağustos 1999, numarasız sayfa.

36 "Halbuki ilk kez l 940'larda, Harvard'dan Reginald Daly tarafından öne sürülmüştü." Powell, *Night Comes to the Cretaceous,* s. 38.

36 " ...Yerküre donabilir ve daima öyle kalabilirdi,..." Drury, *Stepping Stones,* s. 144.

BÖLÜM 4: GÖKCİSİMLERİNİN ÖLÇÜMÜ

SAYFA

40 "Uzun ve üretken kariyeri süresince,..." Sagan ve Druyan, *Comet,* s. 52.

41 "...'çok spesifik ve kesin ölçülere sahip bir yuvarlak'..." Feynman, *Six Easy Pieces,* s. 90.

41 "...Hooke, sorunu çoktan çözmüş olduğunu iddia etti,..." Gjertsen, The Classics of Science, s. 219.

41 "...'gözle kemik arasında kalan bölgeye, gözün arkasına mümkün olduğunca yanaştırarak' gözyuvasına sokmuş ve evire çevire gözünü kurcalamıştı." Alıntı: Ferris, *Coming of Age in the Milky Way,* s. 106.

41 “...ama yirmi yedi sene boyunca bundan kimseye bahsetmemişti.” Durant ve Durant, *The Age ofLouis XIV,* s. 538.

“...büyük Alman matematikçi Gottfried von Leibniz bile,...” Durant ve Durant, *The Age of Louis XIV,* s. 546.

“...‘tarih boyunca yazılmış en anlaşılmaz kitaplardan biri’...” Cropper, *Great Physicists,* s. 31.

“...‘her birinin kütlesiyle doğru orantılı olduğunu ve aralarındaki uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak değişkenlik gösterdiğini’ ...” Feynman, *Six Easy Pieces,* s. 69.

“Newton, âdeti olduğu üzere, hiç katkıda bulunmadı.” Calder, *The Comet Is Coming!* s. 39.

“Ona para yerine *The History of Fishes* nüshalarıyla ödeme yapacaklardı.” Jardine, *Ingenious Pursuits,* s. 36.

“... ‘devede kulak bir farkla’ ...” Wilford, *The Mapmakers,* s. 98. “Yerküre, ekvator çevresinden ölçüldüğünde, kutuplar çevresinden (yukarıdan aşağıya) ölçüldüğünde olduğundan kırk üç kilometre genişti.” Asimov, *Exploring the Earth and the Cosmos,* s. 86.

“...Guillaume Le Gentil daha da şanssızdı.” Ferris, *Coming of Age in the Milky Way,* s. 134.

“Mason ile Dixon, Royal Society’ye bir mesaj gönderip,...” Jardine, *Ingenious Pursuits,* s. 141.

“...‘bir kömür madeninde doğduğu söylenir’ ...” *Dictionary of National Biography,* cilt 7, s. 1302.

“Hutton, böylesi kolayına geldiği için,... ” Jungnickel ve McCormmach, *Cavendish,* s. 449.

“...teleskop yapımında kendisine yol göstermesi için Michell’a başvurmuştu.” Calder, *The Comet Is Coming!* s. 71.

“...‘hastalık derecesine varan’ ...” Jungnickel ve McCormmach, *Cavendish,* s. 306.

“...‘yerinde yeller esiyormuş gibi’ konuşmaları...” Jungnickel ve McCormmach, *Cavendish,* s. 305.

“...‘Kelvin ile G. H. Darwin’in gelgit olayları sonucunda ortaya çıkan sürtünmenin yerkürenin dönüş hızını yavaşlatıcı etkisi üzerindeki çalışmalarının, ...’ habercisi de oldu.” Crowther, *Scientists of the Industrial Revolution,* s. 214-15.

“Düzeneğin ortasında 160 kiloluk iki adet çelik top vardı...” *Dictionary of National Biography,* cilt 3, s. 1261.

“..., yani modern ölçü birimiyle altı milyar trilyon metrik tondan...” *Economist,* “G Whiz,” 6 Mayıs 2000, s. 82.

BÖLÜM 5: TAŞ KIRICILAR

SAYFA

56 “Denildiğine göre, Hutton cin gibi zeki ve son derece arkadaş canlısı bir adamdı.” *Dictionary of National Biography,* cilt 10, s. 354-56.

56 “...‘güzel söz söyleme sanatından neredeyse hiç nasibini almamış’...” Dean, *James Hutton and the History of Geology,* s. 18.

57 “Oyster Club denilen bir derneğin başlıca üyelerinden biri oldu.” McPhee, *Basin and Range,* s. 99.

58 “...Fransızca kaynaklardan alınmış ve kitaba orijinal halleriyle, Fransızca olarak geçirilmiş alıntılar...” Gould, *Time’s Arrow,* s. 66.

58 “Üçüncü bir cildin basımı hiç cazip görünmediği için, ... 1899’a kadar yayınlanmadı,...” Oldroyd, *Thinking About the Earth,* s. 96-97.

59 “ ...Charles Lyell bile, bu kitabın içinden çıkamadığını itiraf etmiştir.” Schneer (ed.), *Toward a History of Geology,* s. 128.

59 “1807 kışında, ...” Jeoloji Derneği bildirileri, *A Brief History of the Geological Society of London.*

59 “Üyeler kasımdan hazirana kadar ayda iki defa buluşur...” Rudwick, *The Great Devonian Controversy,* s. 25.

60 “(Murchison’ın destekçilerinden birinin bile ister istemez kabullendiği gibi,...)” Trinkaus ve Shipman, *The Neandertals,* s. 28.

60 “l794’te ‘Pop-gun Plot’ diye anılan tam tımarhanelik bir komploya adı karıştı.” Cadbury, *Terrible Lizard,* s. 39.

60 “...o gün bugündür Parkinson hastalığı olarak bilinen rahatsızlık...” *Dictionary of National Biography,* cilt 15, s. 314-15.

61 “...çünkü annesi İskoçların sorumsuz ayyaşlar olduklarına kendini inandırmıştı.” Trinkaus ve Shipman, *The Neandertals,* s. 26.

61 “Bir defasında Bayan Buckland’ı gece yansı sarsarak uyandırmış...” Annan, *The Dons,* s. 27.

62 “Garip bir diğer huyu da,. .. ” Trinkaus ve Shipman, *The Neandertals,* s. 30.

62 “Düşüncelere daldığındaysa...” Desmond ve Moore, *Darwin,* s. 202.

62 “...ama Lyell, ekseriyetin okuduğu yazar olduğu için,...” Schneer (ed.), *Toward a History of Geology,* s. 139.

63 “‘ ...yeni bir deste getirttikleri... ’” Clark, *The Huxleys,* s. 48.

63 “‘Üşengeçliği teşvik edip merakın keskin gücünü köreltmek için bundan daha iyi hesaplanmış bir dogma daha yoktur,’... ” Alıntı: Gould, *Dinosaur in a Haystack,* s. 167.

63 “Sıradağların nasıl oluştuğuna açıklama getirememiş,...” Hallam, *Great Geological Controversies,* s. 135.

“...‘kürenin donması’ ...” Gould, *Ever Since Darwin,* s. 151.

“Hayvan ve bitki nesillerinin aniden tükenebildiği görüşünü reddetmiş...” Stanley, *Extinction,* s. 5.

“...‘bu şeyi kısmen onun gözleriyle gördürmesiydi.”’ Alıntı: Schneer, (ed.), *Toward a History of Geology,* s. 288.

‘“De la Beche pis bir köpektir,’ ...” Alıntı: Rudwick, *The Great Devonian Controversy,* s. 194.

“...J. J. d’Omalius d’Halloy gibi şen şakrak bir adı olan ...” McPhee, *In Suspect Terrain,* s. 190.

“Önceleri son ek olarak ‘senkron’ terimini kullanmaya meyleden Lyell,...” Gjertsen, *The Classics of Science,* s. 305.

“... ‘onlarca düzine’ tutar.” McPhee, *In Suspect Terrain,* s. 50.

“Kayaçlar kendi içlerinde ... oldukça farklı birimlere ayrılmıştır.” Powell, *Night Comes to the Cretaceous,* s. 200.

“...‘Kellifelli adamların ... akkor gibi parladıklarına tanık oldum,’ ...” Fortey, *Trilobite!* s. 238.

“Buckland, *Ichthyosaurus* iskeletinin yaşı konusunda fikir beyan ettiği zaman,...” Cadbury, *Terrible Lizard,* s. 149.

“Bu yoldaki ilk girişimlerin en iyi bilineni...” Gould, *Eight Little Piggies,* s. 185.

“‘ ...bu konuya kafa yoran çoğu insan yerkürenin genç olduğu fikrini kabul ediyordu.”’ Gould, *Time’s Arrow,* s. 114.

“...‘Milliyeti ne olursa olsun, çalışmaları diğer jeologlarca ciddiye alınmış hiçbir jeolog...”’ Rudwick, *The Great Devonian Controversy,* s. 42. “...Papaz Buckland bile,...” Cadbury, *Terrible Lizard,* s. 192.

“...75.000 ila 168.000 yıl... ” Hallam, *Great Geological Controversies,* s. 105; Ferris, *Coming of Age in the Milky Way,* s. 246-47.

“...Weald bölgesini yaratan jeolojik süreçlerin tamamlanması, Darwin’in hesaplarına göre...” Gjertsen, *The Classics of Science,* s. 335.

“...Alman bilim adamı Hermann von Helmholtz, ...” Cropper, *Great Physicists,* s. 78.

“Kuramsal ve uygulamalı matematik alanlarında (Fransızca ve İngilizce olarak) öyle göz kamaştırıcı özgünlükte makaleler yazdı ki, ... onları imzasız yayınlamak zorunda kaldı.” Cropper, *Great Physicists,* s. 79. “Yirmi iki yaşındayken Glasgow Üniversitesi’ne dönüp,...” *Dictionary of National Biography,* ilave 1901-1911, s. 508.

BÖLÜM 6: ELLERİ KANLI BİLİM

SAYFA

70 “...Amerikan Felsefe Demeği’nin bir toplantısında bu kemiği tanımladı.” Colbert, *The Great Dinosaur Hunters and Their Discoveries,* s. 4.

70 “Bu heyecan tufanının sebebi, büyük Fransız doğabilimci Buffon Kontu’nun ... garip bir iddiasıydı: ...” Kastner, *A Species ofEternity,* s. 123.

71 “Comeille de Pauw adında bir Hollandalı,...” Kastner, *A Species of Eternity,* s. 124.

72 “...Cuvier, l 796’da çığır açan bir bildiri kaleme aldı.” Trinkaus ve Shipman, *The Neandertals,* s. 15.

72 “Herhangi bir türün toptan yok olmasına ... Tann’nın seyirci kalabileceği düşüncesini, Jefferson kendi adına kabul edilemez buluyordu.” Simpson, *Fossils and the History of Life,* s. 7.

73 “5 Ocak 1796 akşamı, Somerset’te bir handa otururken,...” Harrington, *Dance of the Continents,* s. 175.

73 ‘“Nedenleri niçinleri sorgulamak bir Maden Araştırmacısı’nın yetki alanına girmez.”’ Lewis, *The Dating Game,* s. 17-18.

73 “Cuvier, ... sadece kendisini tatmin eden bir açıklama önerdi:...” Barber, *The Heyday ofNatural History,* s. 217.

74 “1806’da Lewis ile Clark liderliğindeki keşif seferinin yolu Montana’daki Hell Creek’ten geçti.” Colbert, *The Great Dinosaur Hunters and Their Discoveries,* s. 5.

74 “(Yaygın bir inanışa göre, ünlü ... tekerlemesinin kaynağı Anning’dir.)” Cadbury, *Terrible Lizard,* s. 3.

75 “Sırf *Plesiosaurus'u* kazıp çıkarmak için on yıl sabırla çalışması gerekmişti.” Barber, *The Heyday ofNatural History,* s. 127.

75 “Mantell bunun fosilleşmiş bir diş olduğunu ilk görüşte anladı...” *New Zealand Geographic,* “Holy incisors! What a treasure!” Nisan-Haziran

2000, s. 17.

76 “...bu adı Buckland’a önerense dostu Dr. James Parkinson’dı aslında: ...” Wilford, *The Riddle of the Dinosaur,* s. 31.

76 “Mantell sonunda borçlarını ödemek için koleksiyonunun büyük bölümünü satmak zorunda kaldı.” Wilford, *The Riddle of the Dinosaur,* s. 34.

77 “...dünyanın ilk temalı parkıydı.” Fortey, *Life,* s. 214.

77 “...bazen yasak çiğnemek pahasına kadavralardan uzuvlar, organlar ve başka parçalar aşırıp, ...” Cadbury, *Terrible Lizard,* s. 133.

78 “Bir defasında kansı eve döndüğünde holün ortasında yeni ölmüş bir gergedan bulmuştu.” Cadbury, *Terrible Lizard,* s. 200.

“Bazıları tavşandan büyük olmadığı gibi,...” Wilford, *The Riddle of the Dinosaur,* **s. 5.**

“Hele kertenkele hiç olmadıkları kesindi.” Bakker, *The Dinosaur Heresies,* **s. 22.**

“...dinozorların bir değil iki ayrı sürüngen takımı oluşturduklarını...” Colbert, *The Great Dinosaur Hunters and Their Discoveries,* **s. 33. “Charles Darwin’in nefret ettiği bilinen tek kişiydi.”** *Nature,* **“Owen’s Parthian Shot,” 12 Temmuz 2001, s. 123.**

“...babasının ‘esef veren katı kalpliliğine’ değinmişti.” Cadbury, *Terrible Lizard,* **s. 321.**

“...T. H. Huxley, *Churchill’s Medical Directory’nin* **yeni bir baskısına göz gezdirirken,...” Clark,** *The Huxleys,* **s. 45.**

“Deforme olmuş omurgası bedeninden çıkarılıp Kraliyet Cerrahlık Okulu’na gönderildi...” Cadbury, *Terrible Lizard,* **s. 291.**

“...‘bu çalışma göründüğü kadar özgün değildi aslında.”’ Cadbury, *Terrible Lizard,* **s. 261-62.**

“...Londra’daki Doğa Tarihi Müzesi’nin arkasındaki itici güç oldu.” Colbert, *The Great Dinosaur Hunters and Their Discoveries,* **s. 30. “Owen’dan önce, müzeler öncelikle elit kesimi yararlandırmak ve aydınlatmak üzere tasarlanırdı...” Thackray ve Press,** *The Natural History Museum,* **s. 24.**

“...sergilenen her parçaya bilgilendirici etiketler koymak gibi son derece radikal bir öneride bile bulundu.” Thackray ve Press, *The Natural History Museum,* **s. 98.**

“...‘ortalıkta kütük gibi yatan’...” Wilford, *The Riddle of the Dinosaur,* **s. 97.**

“...ama takma dişlerini tekrar tekrar takıp çıkararak onların gönüllerini fethetmeyi başardı.” Wilford, *The Riddle of the Dinosaur,* **s. 99-100. “...ama bu aşağılanmayı ömrü boyunca unutmayacaktı.” Colbert,** *The Great Dinosaur Hunters and Their Discoveries,* **s. 73.**

“...Amerika’da yaşadığı bilinen dinozor türlerinin sayısını 9’dan neredeyse 150’ye çıkardılar.” Colbert, *The Great Dinosaur Hunters and Their Discoveries,* **s. 93.**

“Ortalama insanın ismini hatırlayabileceği hemen her dinozor... ” Wilford, *The Riddle of the Dinosaur,* **s. 90.**

***“Uintatheres anceps* diye adlandırılan bir türü kendi aralarında yirmi iki defa ‘keşfetmeyi’ becerdiler.” Psihoyos ve Knoebber, *Hunting Dinosaurs,* s. 16.**

84 “...Almanların havadan attığı bir bombanın insafıyla yok edilene dek,...” Cadbury, *Terrible Lizard,* s. 325.

84 “...çoğu parçası, 1840’ta ülkeden göç eden oğlu Walter tarafından Yeni Zelanda’ya götürüldü.” *Newsletter of the Geological Society of New Zealand,* “Gideon Mantell-the New Zealand connection,” Nisan 1992; *New Zealand Geographic,* “Holy incisors! What a treasure!” Nisan-Haziran

2000, s. 17.

84 “...Cabin Quarry adı bu kulübeden gelir.” Colbert, *The Great Dinosaur Hunters and Their Discoveries,* s. 151.

85 “Yerküre’nin 89 milyon yıllık olduğunu hesapladı: ...” Lewis, *The Dating Game,* s. 37.

85 “Kafalar öyle karışıktı ki,... ” Hallam, *Great Geological Controversies,* s. 173.

1

paleoklimatoloji: jeolojik devirlerdeki iklim ve atmosfer koşullarını inceleyen bilim dalı. (ç.n.)

2

Neandertal'lerle Cro-Magnon'lann farklı sayılarda kromozomlara sahip olmaları da mümkündür. Birbirine yakın ama tıpatıp aynı olmayan türler birleştiği zaman sık sık ortaya çıkan bir komplikasyondur bu. Atlar âleminde mesela, atların 64, eşeklerin 62 kromozomu vardır. Bu ikisinin çiftleşmesi sonucu, üreme açısından işe yaramaz sayıda (63 tane) kromozoma sahip bir döl çıkar ortaya. Anlayacağınız, kısır bir katırınız olur.

63

Vermivora bachmanii. (ç.n.)

BÖLÜM 7: TEMEL MADDELER

SAYFA

86 “...kendini görünmez kılabileceğinden de emindi.” Ball, *H2O,* s. 125.

86 “Bir ons (28,35 gram) fosfor altı gineye ... satılıyordu.” Durant ve Durant, *The Age of Louis XIV,* s. 516.

87 “Ama bu keşiflerden hiçbiri onun hanesine yazılmadı.” Strathern, *Mendeleyev’s Dream,* s. 193.

88 “...kimyanın iki kola ayrılmasının sebebi de buydu: ...” Davies, *The Fifth Miracle,* s. 14.

88 “...bugünün parasıyla belki 20 milyon $.” White, *Rivals,* s. 63.

88 “ ...patronlarından birinin on dört yaşındaki kızıyla evlendi.” Brock, *The Norton History of Chemistry,* s. 92.

88 *“...jour de bonheur* (mutluluk günü) ...” Gould, *Bully for Brontosaurus,* s. 366.

88 “Lavoisier 1780’de ... hafife alan yorumlarda bulunurken, işte bu sıfatla hareket etmekteydi.” Brock, *The Norton History of Chemistry,* s. 95-96.

89 “...Lavoisier tek bir elementi dahi bulup çıkaramamıştır.” Strathern, *Mendeleyev’s Dream,* s. 239.

90 “ ...yerinden kaldırılıp hurda metal niyetine eritilene dek.” Brock, *The Norton History of Chemistry,* s. 124.

90 “...‘son derece keyifli bir sarhoşluk duygusunun’...” Cropper, *Great Physicists,* s. 139.

90 “Tiyatrolarda, ... ‘güldürücü gaz geceleri’ düzenlenirdi.” Hamblyn, *The Invention of Clouds,* s. 76.

90 “(Brown’ın 1827’de farkına vardığı şey,. ..)” Silver, *The Ascent of Science,* s. 201.

91 “...‘hürriyet davasına kayıtsız kaldığı’ gerekçesiyle...” *Dictionary of National Biography,* cilt 19, s. 686.

92 “...0,00000008 santimetre çapında olduğunu...” Asimov, *The History of Physics,* s. 501.

93 “Sonradan, ortada özel bir sebep olmadığı halde,...” Ball, *H2O,* s. 139.

94 “Şans Mendeleyev’lerin yüzüne her zaman gülmüyordu.” Brock, *The Norton History of Chemistry,* s. 312.

94 “Orada yetkin bir kimyacı olarak tanınmakla birlikte, çok fazla sivrilemedi.” Brock, *The Norton History of Chemistry,* s. 111.

94 “Ama bu fikri koşulların henüz olgunlaşmadığı bir dönemde akıl ettiği için,...” Carey (ed.), *The Faber Book of Science,* s. 155.

95 “...kimya aslında yalnızca bir sayım meselesidir.” Ball, *H2O,* s. 139.

95 “‘ ...tarih boyu tasarlanmış en güzel organizasyon şemasıdır,”...” Krebs, *The History and Use of Our Earth ’s Chemical Elements,* s. 23.

97 “...‘yaklaşık 120’ element...” *Nature*’ da yayınlanmış bir yazıdan, Gautum R. Desiraju, “Mind over Matter?”, 26 Eylül 2002.

97 “...‘tam anlamıyla spekülatif...” Heiserman, *Exploring Chemical Elements and Their Compounds,* s. 33.

97 “Marie Curie bu etkiyi ‘radyoaktiflik’ diye adlandırdı.” Bodanis, $E = mc^2$, s. 75.

98 “Güncellenen rakamları asla kabul etmedi...” Lewis, *The Dating Game,* s. 55.

99 “‘Adına yaraşır biçimde ... kararsız bir elementtir bu.”’ Strathem, *Mendeleyev ’s Dream,* s. 294.

99 “...‘radyoaktif maden suyu kaynakları’nın şifalı etkilerini iftiharla tanıttılar.” *Time* dergisinde yer alan bir reklam, 3 Ocak 1927, s. 24.

99 “Tüketim mallarında radyoaktif madde kullanımı 1938’e dek yasaklanmadı.” Biddle, *A Field Guide to the Invisible,* s. 133.

100 “Kendisine ait laboratuvar kitapları kurşun-astarlı kutularda muhafaza edilir...” *Science,* “We Are Made of Starstuff,” 4 Mayıs 2001, s. 863.

BÖLÜM 8: EINSTEIN’IN EVRENİ

SAYFA

104 “...verdiği derslerin sömestr başına çektiği ortalama öğrenci sayısı birin biraz üzerindeydi.” Cropper, *Great Physicists,* s. 106.

104 “...yani galiba hemen her şeyin termodinamik ilkelerine göz kamaştırıcı bir

ışık tutuyordu bu yapıt.” Cropper, *Great Physicists,* s. 109.

“Gibbs’in yaptığı, esas itibariyle şuydu: termodinamiğin yalnızca ... ısı ve enerji için geçerli olmadığını, ... göstermek.” Snow, *The Physicists,* s. 7. “Gibbs’in *Equilibrium'u* ‘termodinamiğin *Principia’si* olarak nitelendirilmiştir.” Kevles, *The Physicists,* s. 33.

“...çocuk yaşta ailesiyle birlikte Amerika Birleşik Devletleri’ne göç etti ve ... Califomia’nın ‘altına hücum’ hareketine sahne olan topraklarında, bir maden kampında büyüdü.” Kevles, The *Physicists,* s. 27-28.

“‘Işık hızının, *tüm* istikametlerde ve *tüm* mevsimlerde aynı olduğu anlaşıldı.”’ Thome, *Black Holes and Time Warps,* s. 65.

“...‘fizik tarihinin belki de en meşhur olumsuz sonucu’ ...” Cropper, *Great Physicists,* s. 208.

“...bilimin işinin bittiğine ... inananlar arasına, ... Michelson da katılmıştı.” *Nature,* “Physics from the inside,” 12 Temmuz 2001, s. 121.

“Bunlardan üçü, C. P. Snow’a göre, ‘fizik tarihinin en müthişleri arasındaydı.”’ Snow, *The Physicists,* s. 101.

“Hk bildirisi, ... içme kamışlarındaki akışkanların fiziği üzerineydi...” Bodanis, $E = mc^2$, s. 6.

“...ama aynı çalışmanın Connecticut’ta sessiz sedasız iş çıkarmakta olan J. Willard Gibbs tarafından da yapılmış olduğunu öğrendiğiyle kaldı.” Boorse et al., *The Atomic Scientists,* s. 142.

“...gelmiş geçmiş en olağanüstü ilmi bildirilerden biriydi.” Ferris, *Coming of Age in the Milky Way,* s. 193.

“‘Sanki, ... Einstein bu sonuçlara salt düşünerek varmıştı, hiç yardım almadan,...”’ Snow, *The Physicists,* s. 101.

“...o naçizane bedeniniz içinde barındırdığınız enerji 7 x 10^{18} jul potansiyel enerjiden daha az olmayacaktır.” Thome, *Black Holes and Time Warps,* s. 172.

“...uranyum bombası bile ... serbest bırakabileceği enerjinin yüzde 1 ’inden azını açığa çıkarır.” Bodanis, $E = mc^2$, s. 77.

‘“Ah, hiç lüzum yok ki,’ diye cevap vermiş. ‘Aklıma nadiren bir fikir gelir.”’ *Nature,* “in the Eye of the Beholder,” 21 Mart 2002, s. 264.

“...‘bu fikir hiç şüphesiz insanlığın en yüksek entelektüel başarısıdır.”’ Boorse et al., *The Atomic Scientists,* s. 53.

“Einstein’a soracak olursanız, kütleçekimi konusu kafasına takıldığında tek yaptığı bir koltukta oturmaktı.” Bodanis, $E = mc^2$, s. 204.

“ ... 1917’de ‘Genel Görelilik Kuramı Üzerine Kozmolojik Düşünceler’ başlıklı bildiriyi doğuracaktı.” Guth, *The Inflationary Universe,* s. 36.

110 “‘Genel kuram olmasaydı,’ diye yazdı Snow 1979’da...” Snow, *The Physicists,* **s. 21.**

110 “Konu kaçınılmaz olarak Crouch’un boyunu aşınca adamcağız hemen her şeyi yanlış anladı.” Bodanis, $E = mc^2$, **s. 215.**

110 “‘Üçüncü kişinin kim olduğunu bulmaya çalışıyorum.”’ Alıntı: Hawking, *A BriefHistory of Time,* **s. 91; Aczel,** *God ’s Equation,* **s. 146.**

111 “...kişi ne kadar hızlı hareket ederse bu etkiler o kadar belirginleşir.” Guth, *The Inflationary Universe,* **s. 37.**

111 “Saatte 160 kilometre hızla fırlatılan bir beysbol topunun yere düşene kadar 0,000000000002 gram kütle kazandığı hesaplanmıştır.” Brockman ve Matson, *How Things Are,* **s. 263.**

112 “Yine de, ... başka görelilik çeşitleriyle hepimiz her zaman karşılaşırız: ...” Bodanis, *$E = mc^2$*, **s. 83.**

112 “...‘çöküp çukurlaşan en büyük şilte’...” Overbye, *Lonely Hearts of the Cosmos,* **s. 55.**

112 “‘Bir bakıma, kütleçekimi diye bir şey yoktur;...”’ Kaku, “The Theory of the Universe?” [Shore (ed.), *Mysteries of Life and the Universe,* **s. 161].**

114 “Üstelik fiziksel açıdan da doğuştan avantajlıydı.” Cropper, *Great Physicists,* **s. 423.**

114 “1906’da tek bir okul müsabakasında,...” Christianson, *Edwin Hubble,* **s. 33.**

115 “Bir Harvard kompüteri olan Annie Jump Cannon, ... bir yıldız sınıflandırma sistemi tasarlamıştı.” Ferris, *Coming of Age in the Milky Way,* **s. 258.**

116 “...‘ana dizi evresi’ni geçmiş ... yaşlı yıldızlar olduklarını,...” Ferguson, *Measuring the Universe,* **s. 166-67.**

116 “Bunlar ‘standart mumlar’ olarak kullanılabilirlerdi.” Ferguson, *Measuring the Universe,* **s. 166.**

116 “(...Harvard astronomu William H. Pickering de *kendi* **özgün kuramını geliştirmekteydi: Ay’daki kara lekelere, belli mevsimlerde oraya göç eden böcek sürüleri sebep oluyordu.)” Moore,** *Fireside Astronomy,* **s. 63.**

116 “1923’te, M31 diye bilinen Andromeda takımyıldızı içindeki uzak bir ağımsı bulutun aslında gaz bulutu filan değil,...” Overbye, *Lonely Hearts of the Cosmos,* **s. 45;** *Natural History,* **“Delusions of Centrality,” Aralık 2002-Ocak 2003, s. 28-32.**

117 “İşin tuhaf yanı, Stephen Hawking’in vurguladığı gibi, evrenin genişlemekte olduğu fikrinin daha evvel kimsenin aklına gelmemiş olmasıydı.” Hawking, *The Universe in a Nutshell,* **s. 71-72.**

118 “1936’da Hubble *The Realm of the Nebulae* (Nebulalar Âlemi) adını taşıyan popüler bir kitap yazdı.” Overbye, *Lonely Hearts of the*

Cosmos, s. 14.

1 18 “Aradan yarım yüzyıl geçmesine karşın, asrın en büyük astronomundan artakalanların koordinatları hâlâ bilinmiyor.” Overbye, *Lonely Hearts of the Cosmos,* s. 28.

BÖLÜM 9: YÜCE ATOM

SAYFA

119 “...‘Her şey atomlardan yapılmıştır’...” Feynman, *Six Easy Pieces,* s. 4.

119 “.. .45 milyar milyar molekül...” Gribbin, *Almost Everyone’s Guide to Science,* s. 250.

120 “ ...(kişi başına tahminen bir milyar kadarı) ...” Davies, *The Fifth Miracle,* s. 127.

120 “Bununla birlikte, kendileri neredeyse sonsuza dek yaşar.” Rees, *Just Six Numbers,* s. 96.

120 “Bir damla su içinde yüzen bir terliksi hayvanı çıplak gözle görmek isteseniz,...” Feynman, *Six Easy Pieces,* s. 4-5.

121 “‘ ...güneş sistemine yeni bir gezegen katmaya ... yeltenmekle birdir,”’ Boorstin, *The Discoverers,* s. 679.

121 “1826’da, Fransız kimyacı P. J. Pelletier ... Manchester’a geldi.” Gjertsen, *The Classics of Science,* s. 260.

122 “ ...o büyük adamı görünce kafası iyice karışan Pelletier şöyle kekelemiş:...” Holmyard, *Makers of Chemistry,* s. 222.

122 “...tabutunu kırk bin kişi seyretti, cenaze alayının uzunluğu üç kilometreyi aştı.” *Dictionary of National Biography,* cilt 5, s. 433.

122 “Dalton’ın öne sürdüğü fikir, sonraki bir yüzyıl boyunca...” Von Baeyer, *Taming the Atom,* s. 17.

122 “...Ludwig Boltzmann’ın 1906’daki intiharında bu şüpheciliğin rol oynadığı söylenir.” Weinberg, *The Discovery ofSubatomic Particles,* s. 3.

122 “...biraz keten ve bir sürü çocuk yetiştirmek için...” Weinberg, *The Discovery of Subatomic Particles,* s. 104.

123 “‘Bir boğa güreşçisini seçse anlardım,’...” Alıntı: Cropper, *Great Physicists,* s. 259.

123 “Rutherford’ın anlayabileceği bir histi bu.” Cropper, *Great Physicists,* s. 317.

123 “...dersi yarıda kestiği ve öğrencilerine sonucu kendi başlarına bulmalarını söylediği olurdu.” Wilson, *Rutherford,* s. 174.

123 “‘...görülebilir ufkun sınırlarını zorlardı...”’ Wilson, *Rutherford,* **s. 208.**

123 “...ilk görebilenlerden biri,...” Wilson, *Rutherford,* **s. 208.**

123 ‘“Radyoya ne lüzum var?”’ Alıntı: Cropper, *Great Physicists,* **s. 328.**

123 “‘Göbeğim günbegün büyüyor. Aklım da öyle.”’ Snow, *Variety of Men,* **s. 47.**

124 “Ama kıdemli meslektaşlarından biri tarafından radyonun pek istikbali olmadığına inandırılınca bu çabasından vazgeçti.” Cropper, *Great Physicists,* **s. 94.**

124 “Bazı fizikçiler atomların küp şeklinde olabileceği görüşündeydi,...” Asimov, *The History ofPhysics,* **s. 551.**

125 “Bir atoma kimyasal kimliğini proton sayısı verir.” Guth, *The Inflationary Universe,* **s. 90.**

125 “Atoma bir iki nötron eklerseniz, bir izotopunuz olur.” Atkins, *The Periodic Kingdom,* **s. 106.**

125 “Atomun toplam hacminin milyarda birinin yalnızca milyonda birini oluşturur,...” Gribbin, *Almost Everyone ’s Guide to Science,* **s. 35.**

125 “...ama katedralin binlerce misli ağırlıkta bir sinek.” Cropper, *Great Physicists,* **s. 245.**

125 “‘ ...galaksiler gibi hiç zarar görmeden birbirlerinin içinden geçebilirlerdi.”’ Ferris, *Coming of Age in the Milky Way,* **s. 288.**

126 “‘Atomik davranış olağan deneyime benzemediği için,’...” Feynman, *Six Easy Pieces,* **s. 117.**

128 “...keşfin gecikmesi belki de çok hayırlı olmuştu,...” Boorse et al., *The Atomic Scientists,* **s. 338.**

128 “(...‘Matrisin *ne* **olduğunu dahi bilmiyorum,’...)” Cropper,** *Great Physicists,* **s. 269.**

129 “Bu sorun daha duyarlı araçların kullanımıyla giderilebilecek türden değildir;...” Ferris, *Coming of Age in the Milky Way,* **s. 288.**

129 “ ...bir elektrona, gözlemlenene dek ‘aynı anda her yerde varmış ve hiçbir yerde yokmuş’ gözüyle bakılmalıdır.” David H. Freedman, “Quantum Liaisons”, [Shore (ed.), *Mysteries of Life and the Universe,* **s. 137].**

129 “...‘kuvantum kuramını ilk kez duyup da çileden çıkmayan kişi, neden bahsedildiğini anlamamıştır’ ...” Overbye, *Lonely Hearts of the Cosmos,* **s. 109.**

129 “‘Hiç denemeyin.”’ Von Baeyer, *Taming the Atom,* **s. 43.**

129 “Bulutun kendisi, esas itibariyle, ... bir ‘istatistiksel olasılık’ bölgesidir.” Ebbing, *General Chemistry,* **s. 295.**

129 “...‘beyin kapasitemizin anlamaya yetmeyeceği bir evren alanıyla’ ...”

Trefil, 101 *Things You Don ’t Know About Science and Na One Else Does Either,* **s. 62.**

129 “...‘küçük ölçekteki şeyler asla büyük ölçektekiler gibi davranmıyordu.”’ Feynman, *Six Easy Pieces,* **s. 33.**

129 “...madde de ... yoktan var olabiliyordu.” Alan Lightman, “First Birth”, [Shore (ed.), *Mysteries of Life and the Universe,* **s. 13].**

130 “...birbirinin tıpatıp aynı iki bilardo topuna benzetilebilir: ...” Lawrence Joseph, “Is Science Common Sense?” [Shore (ed.), *Mysteries of Life and the Universe,* **s. 42-43].**

130 “işin ilginç yanı, bu fenomen l 997’de ... kanıtlanmış oldu.” *Christian Science Monitor,* **“Spooky Action at a Distance,” 4 Ekim 2001.**

130 “...kişinin ‘... gelecekteki olaylan doğrulukla tahmin edemeyeceği’dir!” Hawking, *A Brief History of Time,* **s. 61.**

130 “(...Bilim adamları bu sorunla başa çıkmanın çaresini, ... ‘düşünmekten vazgeçmekte’ buldular.)” David H. Freedman, “Quantum Liaisons”, [Shore (ed.), *Mysteries of Life and the Universe,* **s. 141].**

131 “Zayıf nükleer kuvvet, ... kütleçekiminin on milyar milyar milyar misli güçlüdür,...” Ferris, *The Whole Shebang,* **s. 297.**

131 “Güçlü kuvvet, bir atomun çapının yalnızca yaklaşık yüz binde biri üzerinde etkilidir.” Asimov, *Atom,* **s. 258.**

131 “ ...‘meslektaşları onun hayatının ikinci yarısını boşa harcadığını düşündüler.”’ Snow, *The Physicists,* **s. 89.**

BÖLÜM 10: KURŞUNU ÇIKARMAK

SAYFA

132 “Kurşuna aşırı derecede maruz kalmanın çok sayıdaki semptomlarından bazıları, körlük, uykusuzluk, böbrek yetersizliği, işitme kaybı, kanser, felç ve havalelerdir.” McGrayne, *Prometheans in the Lab,* **s. 88.**

133 “‘Bu adamlar muhtemelen çok çalışmaktan akıllarını kaçırdılar.”’ McGrayne, *Prometheans in the Lab,* **s. 92.**

133 “Aslına bakarsanız, kurşun zehirlenmesinin tehlikelerini Midgley de bal gibi biliyordu:...” McGrayne, *Prometheans in the Lab,* **s. 92.**

134 “1929’da Ohio’nun Cleveland kentindeki bir hastanede, bir buzdolabı sızıntısı yüzünden yüzü aşkın sayıda insan öldü.” McGrayne, *Prometheans in the Lab,* **s. 97.**

134 “Tek bir kilogram CFC, 70.000 kilogram atmosferik ozonu delip yok edebilir.” Biddle, *A Field Guide ta the Invisible,* **s. 62.**

134 “Tek bir CFC molekülü, sera etkilerini şiddetlendirmekte bir karbondioksit molekülünün yaklaşık on bin misli etkilidir...” *Science,* **“The Ascent of Atmospheric Sciences,” 13 Ekim 2000, s. 299.**

134 “Ölümünün bile unutulmaz bir acayipliği vardı.” *Nature,* **27 Eylül 2001, s. 364.**

135 “Yöntem geliştirilmeden evvel, Mısır’ın 1.ö. 3000 yıllarına rastlayan Birinci Hanedanlık döneminden daha eski zamanlara ait kalıntılar güvenilir biçimde tarihlendirilemezdi.” Willard Libby, “Radiocarbon Dating,” Nobel konuşmasından, 12 Aralık 1960.

135 “Sekiz yan-ömür sonrasında geriye kalan, başlangıçtaki radyoaktif karbonun yalnızca l/256’sı olur.” Gribbin ve Gribbin, *Ice Age,* **s. 58.**

135 “...‘bugün radyokarbonla tarihlendirme yöntemi kullanılarak belirlenmiş her yaş, aslından yaklaşık yüzde 3 oranında düşük bir rakamdır.”’ Flannery, *The Eternal Frontier,* **s. 174.**

136 “...bu durum bin dolar para sayarken bir dolarlık hata yapmaya benzer;...” Flannery, *The Future Eaters,* **s. 151.**

136 “insanların Amerika kıtasına ilk gelişlerine yakın zamanlar en kuşkulu tarihler arasındadır,...” Flannery, *The Eternal Frontier,* **s. 174-75.**

136 “ ...frenginin Yenidünya’dan mı, yoksa Eskidünya’dan mı çıktığı konusundaki uzun tartışmayla ilgiliydi.” *Science,* **“Can Genes Solve the Syphilis Mystery?”, 11 Mayıs 2001, s. 109.**

137 “Ne yazık ki, şimdi de bir diğer zorlu engelle karşı karşıyaydı:...” Lewis, *The Dating Game,* **s. 204.**

138 “Patterson’ı steril bir laboratuvar kurmaya iten de bu oldu.” Powell, *Mysteries of Terra Firma,* **s. 58.**

139 “...‘Elli yıl sonra bile hâlâ değişmemiş bir rakamdır bu.’” McGrayne, *Prometheans in the Lab,* **s. 173.**

139 “Bu araştırmalardan birinde, kimyasal patoloji alanında uzmanlık eğitimi almamış bir doktor... ” McGrayne, *Prometheans in the*

Lab, **s. 94.**

139 “...ve bunun yüzde 90’ının otomobillerin egzoz borularından geldiğini...” *Nation,* **“The Secret History of Lead,” 20 Mart 2000.**

139 “Bu düşünce buz çekirdeği incelemelerinin temelini oluşturdu; daha modem iklimbilimsel çalışmalar da bu incelemeleri temel aldı.” Powell, *Mysteries of Terra Firma,* **s. 60.**

140 “...Ethyl’in üst düzey yöneticilerinin ‘Patterson’ın kapı dışarı edilmesi şartıyla’ Califomia Teknoloji Enstitüsü’nde koltuk teklif ettikleri yönünde iddialar vardı.” *Nation,* **“The Secret History of Lead,” 20 Mart 2000.**

140 “Neredeyse aynı anda, Amerikalıların kanlarındaki kurşun düzeyleri yüzde 80 oranında düştü.” McGrayne, *Prometheans in the Lab,* **s. 169.**

140 “Ama kurşun hiç yok olmadığından, bugün hayatta olan Amerikalılar, kanlarında bir yüzyıl önce yaşamış insanlara kıyasla yaklaşık 625 kat fazla kurşun taşıyorlar.” *Nation,* 20 Mart 2000.

140 “Atmosferdeki kurşun miktarı da artmaya devam ediyor, ama bu artış senede yaklaşık yüz bin tonla sınırlı...” Green, *Water, Jce andStone,* s. 258.

140 “...‘çoğu Avrupa devletinden kırk dört yıl sonra’ ...” McGrayne, *Prometheans in the Lab,* s. 19l.

141 “...‘kurşunlu benzinin insan ya da çevre sağlığını tehdit ettiğinin araştırmalarla kanıtlanamadığı’ iddiasını sürdürdü.” McGrayne, *Prometheans in the Lab,* s. 19l.

141 “...siz ölüp gittikten sonra bile hâlâ ortalıkta dolanacağına ve ozonu kemiriyor olacağına kesin gözüyle bakabilirsiniz.” Biddle, *A Field Guide to the Invisible,* s. 110-11.

141 “Daha kötüsü, atmosfere her sene muazzam miktarlarda CFC katmaya halen devam ediyoruz.” Biddle, *A Field Guide to the Invisible,* s. 63.

141 “Son zamanlarda yayımlanan ve Yerküre’nin tarihlendirilme tarihini konu alan iki popüler kitap, Patterson’ın adını yanlış yazmayı dahi becermiştir.” Bu kitaplar *Mysteries of Terra Firma* ve *The Dating* Game’dir. Her iki kitapta da Clair Patterson’ın adı “Claire” olarak geçer.

141 “...Patterson’ın bir kadın olduğunu sanmak gibi oldukça hayret verici bir diğer yanılgıya düşmüştür.” *Nature,* “The Rocky Road to Dating the Earth,” 4 Ocak 2001, s. 20.

BÖLÜM 11: MUSTER MARK’IN KUVARKLARI

SAYFA

142 “1911 ’de C. T. R. Wilson adında İngiliz bir bilim adamı,...” Cropper, *Great Physicists,* s. 325.

143 “ ...‘bu parçacıkların adlarını hatırlayabilseydim, fizikçi olacağıma botanikçi olurdum.”’ Alıntı: Cropper, *Great Physicists,* s. 403.

143 “...bir saniye içinde yedi kilometrelik bir tüneli kırk yedi bin kez turlayabilir.” *Discover,* “Gluons,’’ Temmuz 2000, s. 68.

143 “Kararsız parçacıkların en uyuşukları bile...” Guth, *The Jnjlationary Universe,* s. 121.

J 43 “l998’de Japon gözlemciler, nötrinoların ... bir miktar kütlesi olduğunu açıkladılar.” *Economist,* “Heavy Stuff,’’ 13 Haziran 1998, s. 82; *National Geographic*, “Unveiling the Universe”, Ekim 1999, s. 36.

144 “Atomları parçalamak, ... kolay bir iştir; ...” Trefıl, *101 Things You Don ’t Know About Science and No One Else Does Either,* s. 48.

144 “CERN’in ... yeni Büyük Hadron Çarpıştırıcısı 14 trilyon volt enerji kullanacak...” *Economist,* “Cause for ConCERN,” 28 Ekim 2000, s. 75.

144 “...‘hayal kırıklığına uğramış küçük kasabalarla çevrili,...”’ Jeff Guinn’in mektubundan.

144 “Güney Dakota’nın Lead kasabasındaki eski Homestake Madeni’ne kurulması önerilen bir nötrino gözlemevinin inşaatı,...” *Science,* “U.S. Researchers Go for Scientifıc Gold Mine,” 15 Haziran 2001, s. 1979.

144 “Bu arada, Illinois’daki Fermilab’de, ... için gereken para 260 milyon $’dır.” *Science*, 8 Şubat 2002, s. 942.

145 “Günümüzde parçacık sayısı 150’yi geçmiştir.” Guth, *The Inflationary Universe*, s. 120; Feynman, *Six Easy Pieces*, s. 39.

145 “Kimileri takiyonlar denilen ... parçacıkların var olduğunu düşünüyorlar.” *Nature*, 27 Eylül 2001, s. 354.

145 “‘...Kendileri de müteakip düzeyde birer evrendir ve bu böyle sürüp gitmektedir: ...”’ Sagan, *Cosmos*, s. 221.

145 “‘Yüklü pion bir müon artı antinötrinoya,...”’ Weinberg, *The Discovery of Subatomic Particles*, s. 165.

145 “...‘hadron çokluğunu biraz seyreltmek amacıyla’... ” Weinberg, *The Discovery of Subatomic Particles*, s. 167.

145 “...bu yeni temel parçacıkları ... *partonlar* diye adlandırmak istedi,...” Von Baeyer, *Taming the Atom*, s. 17.

146 “Sonunda bütün bunlardan Standart Model diye adlandırılan şey doğdu.” *Economist* “New Realities?” 7 Ekim 2000, s. 95; *Nature*, “The Mass Question,” 28 Şubat 2002, s. 969-70.

146 “...bozonlar, kuvvetleri üreten ve taşıyan parçacıklardır;...” *Scientific American*, “Uncovering Supersymmetry,” Temmuz 2002, s. 74.

146 “‘...Çok fazla keyfi parametresi vardır,’ ...” Alıntı: PBS video Creation of the Universe, 1985. Ayrıca, biraz farklı sayılarla: Ferris, *Coming of Age in the Milky Way*, s. 298-99.

147 “...varsayımsal Higgs bozonunu...” CERN’in web sitesinden tarihsiz bir yazı, “The Mass Mystery”.

147 “‘Yani bu teoriyi başımıza sardık. .. ”’ Feynman, *Six Easy Pieces*, s. 39.

147 “...kuvarklar ve leptonlar gibi ufak şeylerin...” *Science News*, 22 Eylül

2001, s. 185.

147 "...nokta parçacıklar sayılabilecek kadar minik." Weinberg, *Dreams of a Final Theory,* s. 214.

147 "'Heterotik sicim, iki tür ... salınımı olan bir kapalı sicimden oluşur..."' Kaku, *Hyperspace,* s. 158.

147 "Sicim kuramı da, 'M kuramı' denilen başka bir şey üretti." *Scientific American,* **"The Universe's Unseen Dimensions," Ağustos 2000, s. 62-69;** *Science News,* **"When Branes Collide," 22 Eylül 2001, s. 184-85.**

147 "'Ekpirotik süreç, uzak ve belirsiz bir geçmişte, ...*New York Times,* **"Before the Big Bang, There Was... What?" 22 Mayıs 2001, s. Fl.**

148 "...'bilim adamı olmayan birinin, sağduyuya dayanmasına rağmen garip kaçan sözleri düpedüz deli saçması lakırdılardan ayırt etmesi neredeyse olanaksızdır."' *Nature,* **27 Eylül 2001, s. 354.**

148 "Bu sorun 2002 güzünde ... had safhaya ulaştı." *New York Timeshn* **web sitesi, "Are They a) Geniuses or b) Jokers?: French Physicists' Cosmic Theory Creates a Big Bang of Its Own," 9 Kasım 2002;** *Economist,* **"Publish and Perish," 16 Kasım 2002, s. 75.**

148 "...Kari Popper bir defasında, mutlak geçerlikte bir fizik kuramının var olmayabileceğini ... ileri sürmüştü." Weinberg, *Dreams of a Final Theory,* **s. 230.**

148 "...'neyse ki entelektüel kaynaklarımızın sonuna gelmiş gibi görünmüyoruz."' Weinberg, *Dreams of a Final Theory,* **s. 234.**

149 "Hubble, ... evrenin yaklaşık iki milyar yıllık olduğunu hesapladı." *U.S. News and World Report,* **"How Old Is the Universe?" 25 Ağustos 1997, s. 34.**

149 "...evren için 7 ila 20 milyar yıllık yeni bir yaş..." Trefil, *101 Things You Don 't Know About Science and No One Else Does Either,* **s. 91.**

149 "İzleyen yıllarda, ... kolay kolay sona ermeyecek bir tartışma patlak verdi." Overbye, *Lonely Hearts of the Cosmos,* **s. 268.**

149 "Şubat 2003'te NASA ile Maryland'deki Goddard Uzay Uçuşları Merkezi'nden ortak bir ekip,..." *New York Times,* **"Cosmos Sits**

for Early Portrait, Gives up Secrets," 12 Şubat 2003, s. 1.

150 "...'küçük bir kanıt tümsekçiği üzerine inşa edilmiş devasa bir kuram dağımız' vardır." *Economist,* **"Queerer Than We Can Suppose," 5 Ocak**

2002, s. 58.

150 "'...kuramın mükemmelliğinden çok, verilerin yetersizliğini yansıtıyor olabilir."' *National Geographic,* **"Unveiling the Universe," Ekim 1999, s. 25.**

150 "...derken, aslında söz konusu galaksinin 40 ila 90 milyon ışık yılı ötede olduğunu kasteder... " Goldsmith, *The Astronomers,* **s. 82.**

150 "...bugünlerde evrenin yaşı konusunda yapılan en iyi tahminlerin..." *U.S. News and World Report,* **"How Old Is the Universe?" 25 Ağustos 1997, s. 34.**

151 "...'bilançoda evrenin üçte ikisi hâlâ eksik çıkar."' *Economist,* **"Dark for Dark Business," 5 Ocak 2002, s. 51.**

151 "Kurama göre uzay boşluğu o kadar da boş değil:..." PBS *Nova,* **"Runaway Universe," adlı programın transkripsiyonu, ilk yayın tarihi:**

21 Kasım 2000.

151 "...bütün bunları çözüme ulaştıran tek şey var, o da Einstein'ın kozmolojik sabiti: *..." Economist,* **"Dark for Dark Business," 5 Ocak 2002, s. 51.**

BÖLÜM 12: YERKÜRE KIPIRDIYOR

SAYFA

153 "Hapgood, kitabında okuyucuyu kendisiyle bir olup bu iddiaya burun kıvırmaya adeta davet eden bir üslupla,..." Hapgood, *Earth 's Shifting Crust,* **s. 29.**

155 "...başlan her sıkıştığında alakasız kara kütlelerini sözümona eski 'kara köprüleri' ile birbirine bağladılar." Simpson, *Fossils and the History of Life,* **s. 98.**

155 “Kara köprüleri bile bazı şeyleri açıklamaya yetmiyordu.” Gould, *Ever Since Darwin,* **s. 163.**

156 “...‘çok sayıda ciddi kuramsal zorlukla’ dolu...” *Encylopaedia Britannica,* **1964, cilt 6, s. 418.**

156 “Amerikalı bir eleştirmen, ... Holmes’un öğrencileri hakikaten ikna edebilecek açıklık ve inandırıcılıkta görüşler savunduğundan yakındı.” Lewis, *The Dating Game,* **s. 182.**

156 “...toplantıda hazır bulunanların neredeyse yarısının kıtalann kayması fikrini benimsediğini gösterdi.” Hapgood, *Earth ’s Shifting Crust,* **s. 31.**

156 “‘...bu hipotezin fantastik olduğunu tabiri caizse jeolojik iliklerimde hissediyorum.”’ Powell, *Mysteries of Terra Firma,* **s. 147.**

157 “ilginçtir ki, ... petrol şirketlerinin jeologları tarafından yıllardır bilinmekteydi.” McPhee, *Basin and Range,* **s. 175.**

157 “Bu gemide, yankılı iskandil denilen yepyeni bir derinlikölçer vardı.” McPhee, *Basin and Range,* **s. 187.**

157 “... eski Princeton jeologlarından ^mold Guyot’un anısına guyotlar diye adlandırdığı volkanik deniz dağlarıyla bezeliydi.” Harrington, *Dance of the Continents,* **s. 208.**

159 “‘yerbilimlerinin yayımı reddedilen belki de en önemli bildirisi.”’ Powell, *Mysteries of Terra Firma,* **s. 131-32.**

160 “Ta 1970’lere kadar,...” Powell, *Mysteries of Terra Firma,* **s. 141.**

160 “...sekiz Amerikalı jeologdan birinin levha tektoniğine inanmadığına dikkat

çekmişti.” McPhee, *Basin and Range,* **s. 198.**

160 “Bugün yeryüzünün sekiz ila on iki büyük levha ile yirmi kadar küçük levhadan oluştuğunu...” Simpson, *Fossils and the History of Life,* **s. 113.**

160 “Modem kara kütleleri ile geçmişteki kara kütleleri arasındaki bağlantıların hiç kimsenin hayal bile etmediği kadar karmaşık olduğu anlaşılıyordu.” McPhee, *Assembling California,* **s. 202-8.**

161 “...neredeyse bir tırnağın büyüme hızıyla...” Vogel, *Naked Earth,* **s. 19.**

161 “...Yerküre tarihinin yüzde birinin ancak onda biri...” Margulis ve Sagan,

Microcosmos, **s. 44.**

161 “Tektoniğin, gezegenin organik sağlığının önemli bir parçası olduğu düşünülmektedir,...” Trefıl, *Meditations at* **10,000** *Feet,* **s. 181.**

162 “Raporunda, kayaçların tarihi ile yaşamın tarihi arasında pekâlâ bir ilişki olabileceğini ısrarla öne sürüyordu.” *Science,* **“Inconstant Ancient Seas and Life’s Patlı,” 8 Kasım 2002, s. 1165.**

162 “ ...‘bütün dünyanın aniden anlam kazandığı’ ...” McPhee, *Risingfrom the Plains,* **s. 158.**

162 “...olmamaları gereken yerlerde münasebetsizce ortaya çıkmak ve olmaları gereken yerlerde her ne hikmetse hiç iz bırakmamak gibi bir huyları vardır.” Simpson, *Fossils and the History of Life,* **s. 115.**

163 “Tektoniğin açıklayamadığı birçok yer şekli de var.” *Scientific American,* **“Sculpting the Earth from inside Out,” Mart 2001.**

163 “Alfred Wegener fikirlerinin doğru çıktığını görecek kadar yaşayamadı.” Kunzig, *The Restless Sea,* **s. 51.**

163 “Öğrencilerinden biri, Walter Alvarez adında parlak bir gençti...” Powell, *Night Comes to the Cretaceous,* **s. 7.**

BÖLÜM 13: BUM!

SAYFA

167 “1912’de kasabaya su temin etmek için kuyu açan bir adam, deformasyona uğramış bir sürü acayip taş çıkardığını bildirmişti.”

Raymond R. Anderson, Amerikan Jeoloji Derneği: Özel Bildiri 302, “The Manson Impact Structure: A Late Cretaceous Meteor Crater in the Iowa Subsurface,” Bahar 1996.

168 “Nitekim o tarihte de, kasabalıların neredeyse tamamı...” *Des Moines Register,* **30 Haziran 1979.**

168 “‘Kırk yılda bir, bize gelip krateri görmek için nereye gitmeleri gerektiğini soranlar olur...”’ Anna Schlapkohl, yazarla röportaj, Manson, Iowa,

18 Haziran 2001.

169 “Columbia Üniversitesi’nden G. K. Gilbert bu ilk araştırmacıların başta gelenidir.” Lewis, *Rain of Iran and Ice,* **s. 38.**

169 “(. ..Gilbert bu deneyleri Columbia’da bir laboratuvarda değil, bir otel odasında yaptı.)” Powell, *Night Comes to the Cretaceous,* **s. 37.**

169 “...‘Bu işe başladığımız sıralar, ... yalnızca bir düzine kadar asteroit keşfedilmişti,’...” BBC *Horizon* **belgeseli “New Asteroid Danger”ın transkripsiyonu, s. 4, ilk transkripsiyon tarihi: 18 Mart 1999.**

170 “Herschel onlara asteroit adını vererek biraz talihsiz bir seçim yapmış oldu, çünkü asteroit Latince’de ‘yıldıza benzer’ anlamına geliyordu.” *Science News,* **“A Rocky Bicentennial,” 28 Temmuz 2001, s. 61-63.**

170 “Son kez Ekim 1911 ’de görülen 719 Albert’ın seksen dokuz senedir kayıp kalan izi nihayet 2000 yılında yakalandı.” Ferris, *Seeing in the Dark,* **s. 150.**

171 “Temmuz 2001 itibariyle 26.000 asteroit adlandırılmış ve tanımlanmıştır, ... *” Science News,* **“A Rocky Bicentennial,” 28 Temmuz**

2001, s. 61-63.

171 “...bizim saatte yüz küsur bin kilometre hızla ilerlemekte olduğumuz yola yuvarlanıverdikleri.” Ferris, *Seeing in the Dark,* **s. 147.**

171 “‘Tüm bu cisimlerin Yerküre’yle çarpışmaları olasılık dahilindedir ve hepsi de gökyüzünde farklı hızlarla azıcık farklı

rotalarda hareket eder."' BBC *Horizon* belgeseli "New Asteroid Danger"ın transkripsiyonu, s. 5, ilk transkripsiyon tarihi: 18 Mart 1999.

172 "...hedefi bu kadar az farkla şaşan asteroitler haftada belki iki ya da üç defa ötemizden berimizden geçip gidiyor ve hiç fark edilmiyor." *New Yorker,* **'Is This the End?" 27 Ocak 1997, s. 44-52.**

173 "Yerküre her yıl, 30.000 ton kadar 'kozmik yuvar' ... biriktirir." Vemon, *Beneath Our Feet,* **s. 191.**

173 "...'Doğrusu son derece sevimli, son derece ikna ediciydiler,'..." Frank Asaro, yazarla telefon röportajı, 1 O Mart 2002.

174 "...Northwestem Üniversitesi'nden Ralph B. Baldwin adında bir astrofizikçi *Popular Astronomy* **dergisinde yayınlanan makalesinde böyle bir olasılığa dikkat çekmişti." Powell,** *Mysteries of Terra Firma,* **s. 184.**

174 "1956'da, Oregon Eyalet Üniversitesi profesörlerinden M. W. de Laubenfels,..." Peebles, *Asteroids: A History,* **s. 170.**

174 "...Frasniyen nesil tükenişi diye bilinen daha eski bir olaya sebebiyet vermiş olabileceğini..." Lewis, *Rain oflron and Ice,* **s. 107.**

175 "'...Daha çok pul koleksiyoncularına benzer onlar,'..." Alıntı: Officer ve Page, *Tales of the Earth,* **s. 142.**

175 "...hiçbir kanıt gösteremeyeceğini bir gazete röportajında isteksizce kabul ederken bile hâlâ, ..." *Boston Globe,* "Dinosaur Extinction Theory Backed," 16 Aralık 1985.

175 "...dinozor nesillerindeki tükenişin bir asteroit ya da kuyrukluyıldızın yeryüzüne çarpmasıyla hiç alakalı olmadığına inanmayı hâlâ sürdürüyordu." Peebles, *Asteroids: A History,* s. 175.

176 "...işinizin büyük bölümü, ... Gübre Yönetim Planlan'nı değerlendirmek olacaktır." Iowa Doğal Kaynaklar Bakanlığı Yayınları: *Iowa Geology 1999:* No 24.

176 "...'Ansızın ilgi odağı olmuştuk,' ..." Ray Anderson ve Brian Witzke, yazarla röportaj, Iowa City, 15 Haziran 2001.

177 “Böyle anlardan biri, Amerikan Jeofizik Birliği’nin 1985’teki yıllık toplantısında yaşandı.” *Baston Globe,* “Dinosaur Extinction Theory Backed,” 16 Aralık 1985.

177 “1952’de ... Meksikalı petrol şirketi Pemex tarafından bulunmuştu.” Peebles, *Asteroids: A History,* s. 177-78; *Washington Post,* “Incoming,”

19 Nisan 1998.

178 “‘Başlangıçta böyle bir olayın yıkıcılık kapasitesi hakkında güçlü şüpheler duyduğumu hatırlıyorum ...”’ Gould, *Dinosaur in a Haystack,* s. 162.

178 “...‘Jüpiter bu kuyrukluyıldızları hiç istifini bozmadan bir lokmada yutacak.”’ Alıntı: Peebles, *Asteroids: A History,* s. 196.

178 “Kuyrukluyıldızın Çekirdek G diye bilinen parçası, gezegene yaklaşık altı milyon megatonluk ... bir kuvvetle çarptı.” Peebles, *Asteroids: A History,* s. 202.

178 “Shoemaker olay yerinde hayatını kaybetti, karısı yaralı kurtuldu.” Peebles, *Asteroids: A History,* s. 204.

180 “...hemen her şey yerle bir olmuş ya da tutuşmuş, hemen her canlı varlık ölmüş olur.” Anderson, Iowa Doğal Kaynaklar Bakanlığı: *Iowa Geology*

1999, “Iowa’s Manson Impact Structure.”

180 “...kaçmak ‘yavaş bir ölümü çabuk bir ölüme yeğlemek olur.”’ Lewis, *Rain of Iran and Ice,* s. 209.

180 “ ...daha sonraki KT çarpışmasından artakalan tortullardan alınmış helyum izotoplarını analiz ettiler ve bu çarpışmanın yeryüzü iklimini yaklaşık on bin sene müddetle etkilediği sonucuna vardılar.” *Arizona Republic,* “Impact Theory Gains New Supporters,” 3 Mart 2001.

181 “Öncelikle, John S. Lewis’ın belirttiği gibi, füzeler uzay için tasarlanmamıştır.” Lewis, *Rain of Iran and Ice,* s. 215.

181 “...Tom Gehrels, gereğince önlem alabilmemiz için bir yıl önceden uyarılmamızın bile yeterli olmayacağı görüşünde.” *New York Times* **dergisi,**

“The Asteroids Are Coming! The Asteroids Are Coming!” 28 Temmuz 1996, s. 17-19.

181 “Shoemaker-Levy 9, 1929’dan beri Jüpiter’in etrafında kolaylıkla gözlemlenebilecek bir yörüngeyle dolanmaktaydı, ama herhangi biri tarafından fark edilmesi yanın yüzyılı aşkın vakit aldı.” Ferris, *Seeing in the Dark,* **s. 168.**

BÖLÜM 14: ALTIMIZDAKİ YANGIN

SAYFA

183 “‘Kemik aramaya uygun bir yer değildi burası,’...” Mike Voorhies, yazarla röportaj, Ashfall Fossil Beds State Park, Nebraska, 13 Haziran 2001.

184 “Önce bu hayvanların diri diri gömülmüş olduklarını düşündüler... *” National Geographic,* **“Ancient Ashfall Creates Pompeii of Prehistoric Animals,” Ocak 1981, s. 66.**

185 ‘“ ...Yerküre’nin içini anladığımızdan çok daha iyi anlıyoruz.”’ Feynman, *Six Easy Pieces,* **s. 60.**

185 “Yeryüzünün merkeze uzaklığı 6.370 kilometredir,...” Williams ve Montaigne, *Surviving Galeras,* **s. 78.**

186 “(...Mütevazı bir adam olan Richter, ölçeği kendi adıyla asla anmamış,...)” Ozima, *The Earth,* **s. 49.**

186 “Katsayısal olarak yükselir:...” Officer ve Page, *Tales of the Earth,* **s. 33.**

187 “Bu üç depremin sonunda, altmış bin insan ölmüş...” Officer ve Page, *Tales of the Earth,* **s. 52.**

188 “...‘ölümünü bekleyen kent’ ...” McGuire, *A Guide to the End of the World,* **s. 21.**

188 “...ama ifade edilen potansiyel ekonomik maliyet 7 trilyon $’ı buluyor. ” McGuire, *A Guide to the End of the World,* **s. 130.**

189 “‘...hatta Washington D.C.’deki Capitol Binası’nın çevresine kurulmuş yapı iskelesi yıkıldı.”’ Trefıl, 101 *Things You Don ’t Know*

Ahout Science and No One Else Does Either, **s. 158.**

189 “Bu proje, neredeyse kaçınılmaz olarak Mohole Projesi olarak adlandırıldı...” Vogel, *Naked Earth,* **s. 37.**

189 “...‘spagetti çubuğu kullanarak ... delik açmaya çalışmakla bir’di.” *Valley News,* **“Drilling the Ocean Floor for Earth’s Deep Secrets,” 21 Ağustos**

1995.

190 “Yerkabuğunun gezegenin toplam hacminin yalnızca yüzde 0,3’ünü temsil ettiğini...” Schopf, *Cradle of Life,* **s. 73.**

190 “Manto hakkındaysa, ... kimberlit bacaları diye adlandırılan oluşumlar

sayesinde az **da olsa fikir sahibiyiz.” McPhee,** *In Suspect Terrain,* **s. 16-18.**

190 “Bilim adamları altımızdaki dünyanın dört katmandan oluştuğu konusunda genellikle hemfikir:...” *Scientific American,* **“Sculpting the Earth from inside Out,” Mart 2001, s. 40-47;** *New Scientist,* **“Joumey to the Centre of the Earth” ilavesi, 14 Ekim 2000, s. 1.**

191 “Bütün jeofizik yasaları, Sierra Nevada’ların...” *Earth,* **“Mystery in the High Sierra,” Haziran 1996, s. 16.**

192 “Kayaçlar akışkandır, ama ancak camın olduğu biçimde.” Vogel, *Naked Earth,* **s. 31.**

192 “Hareketler, yüzeyde oluşan levha oynamalarıyla yalnızca yatay doğrultuda değil,...” *Science,* **“Much About Motion in the Mantle,” 1 Şubat**

2002, s. 982.

192 “Altmış sene sonra Osmond Fisher adında İngiliz bir din adamı, ... sağgörülü bir öneride bulundu, ...” Tudge, *The Time Before History,* **s. 43.**

192 "' ...sonra ansızın rüzgârı keşfetmiş gibiydiler."' Vogel, *Naked Earth,* **s. 53.**

192 "...'iki farklı disiplinden gelen ve birbiriyle uzlaştırılamayan iki ayrı veri grubunun varlığından' ..." Trefıl, *101 Things You Don 't Know About Science and Na One Else Does Either,* **s. 146.**

192 "...Yerküre hacminin yüzde 82'sini ve kütlesinin yüzde 65'ini..." *Nature,* **"The Earth's Mantle," 2 Ağustos 2001, s. 501-6.**

193 "...(yüzeydekilerin üç milyon katından daha yüksek) ..." Drury, *Stepping Stones,* **s. 50.**

193 "Dinozorlar çağında şimdi olduğundan neredeyse üç misli güçlüydü." *New Scientist,* **"Dynamo Support," 10 Mart 2001, s. 27.**

193 "Sabit kaldığı düşünülen en uzun dönem 37 milyon yıldır." *New Scientist,* **"Dynamo Support," 10 Mart 2001, s. 27.**

193 "...'jeoloji bilimlerinin cevaplandınlmamış enbüyük sorusu' ..." Trefıl, 101 *Things You Don 't Know About Science and Na One Else Does Either,* **s. 150.**

194 "'Jeologların ve jeofizikçilerin aynı toplantılara katıldıklarına ... nadiren rastlanır."' Vogel, *Naked Earth,* **s. 139.**

195 "Sismologlar vardıkları sonuçları Hawaii volkanlarının davranışına dayandırmakta inat ediyorlardı,..." Fisher et al., *Volcanoes,* **s. 24.**

195 "İnsanlık tarihinde görülmüş en büyük toprak kaymasıydı bu..." Thompson, *Volcano Cowboys,* **s. 118.**

195 "...Hiroşima'ya atılan atom bombasının beş yüz misli kuvvetle patlayarak,... " Williams ve Montaigne, *Surviving Galeras,* **s. 7.**

195 "Elli yedi kişi öldü." Fisher et al., *Volcanoes,* **s. 12.**

196 "...'hayretle başını sallamaktan başka'... " Williams ve Montaigne, *Surviving Galeras,* **s. 151.**

196 "48 kilometre uzakta uçan bir yolcu uçağı taş yağmuruna yakalandığını bildirdi." Thompson, *Volcano Cowboys,* **s. 123.**

196 “Ama Yakima’da bir yanardağ patlamasına karşı hiçbir acil durum prosedürü yoktu.” Fisher et al., *Volcanoes,* **s. 16.**

BÖLÜM 15: TEHLİKELİ GÜZELLİK

SAYFA

197 “1943’te, Meksika’daki Paricutin’de,. ..” Smith, *The Weather,* **s. 112.**

198 “...‘çevresindeki bin kilometrelik alana yaklaşılamaz.”’ BBC *Horizon* **belgeseli “Crater of Death,” ilk yayın tarihi: 6 Mayıs 2001.**

199 “...dokuz gün boyunca dünyanın her yanında yankılanan ... bir patlama yarattı.” Lewis, *Rain of Iran and Ice,* **s. 152.**

200 “Yeryüzündeki son süper-volkan püskürüşü,...” McGuire, *A Guide to the End of the World,* **s. 104.**

200 “Sonraki yirmi bin yıl süresince yeryüzündeki toplam insan sayısının hiçbir zaman birkaç bini geçmediğini düşündüren bazı kanıtlar da yok değil zaten.” McGuire, *A Guide to the End of the World,* **s. 107.**

200 “‘Sana hiç öyle gelmiyor olabilir, ama şu anda dünyanın en büyük aktif volkanı üzerinde duruyorsun.”’ Paul Doss, yazarla röportaj, Yellowstone Ulusal Parkı, Wyoming, 16Haziran 2001.

203 “Bu gerçek, 17 Ağustos 1959 gecesi parkın hemen dışında, Hebgen Lake denilen yerde katastrofik sonuçlarla gözler önüne serildi.” Smith ve Siegel, *Windows into the Earth,* **s. 5-6.**

206 “...(ideal koşullar sağlandığı takdirde tek bir molekül kadar küçük miktarlardan)...” Sykes, *The Seven Daughters of Eve,* **s. 12.**

206 “Bu arada bilim adamları, ... daha da güçlü mikroplar bulmaktaydılar.” Ashcroft, *Life at the Extremes,* **s. 275.**

206 “NASA bilim adamlarından Jay Bergstralh’un ifadesiyle:...” PBS *NewsHour* **transkripsiyonu, 20 Ağustos 2002.**

BÖLÜM 16: EŞSİZ GEZEGEN

SAYFA

209 "...dünyanın yaşanabilir alanlarının tahminen yüzde 99,5'ten az olmayan bir bölümü,..." *New York Times Book Review,* **"Where Leviathan Lives,"**

20 Nisan 1997, s. 9.

209 "Su havadan yaklaşık 1.300 kat ağır olduğundan,..." Ashcroft, *Life at the*

Extremes, **s. 51.**

209 "...damarlarınız çökebilir ve ciğerleriniz sıkışarak bir kola kutusunun ortalama boyutlarına inebilir." *New Scientist,* **"Into the Abyss," 31 Mart**

2001.

210 "...etkili olan basınç, çimento yüklü on dört kamyonun ağırlığı altında ezilmekle birdir." *New Yorker,* **"The Pictures," 15 Şubat 2000, s. 47.**

210 "Kendimiz de büyük ölçüde sudan oluştuğumuzdan..." Ashcroft, *Life at the Extremes,* **s. 68.**

21O "...'insanların balinalara ve yunuslara benzerliği beklenenden çok daha fazla olabilir."' Ashcroft, *Life at the Extremes,* **s. 69.**

210 "...'giysinin içinde sadece kemik ve et parçaları kalmış olurdu,'..." Haldane, *What is Life?* **s. 188.**

211 "Ashcroft, Thames Nehri altında açılan yeni bir tünelin yöneticileri hakkında bir hikâye anlatır:..." Ashcroft, *Life at the Extremes,* **s. 59.**

212 "...Haldane şöyle açıklamıştı durumu: Bir baktım soyunuyorum, yatma vakti geldi herhalde diye düşündüm." Norton, *Stars Beneath the Sea,* **s. 111.**

212 "Haldane'in dalgıçlara armağanı, vurgun yemeden yüzeye çıkabilmek için hangi aralıklarla dinlenmeleri gerektiğini hesaplamak oldu." Haldane, *What Is Life?* **s. 202.**

212 "...kanının doygunluk seviyesi yüzde 56'ya ulaştığı zaman..." Norton, *Stars Beneath the Sea,* **s. 105.**

212 " ... 'İyi de oksihemoglobin mi, karboksihemoglobin mi?'..." Alıntı: Norton, *Stars Beneath the Sea,* **s. 121.**

213 "...'tanıdığım en akıllı adam' ..." Gould, *The Lying Stones of Marrakech,* **s. 305.**

213 "...Birinci Dünya Savaşı'nı 'çok hoş bir deneyim' olarak gören..." Norton,

Stars Beneath the Sea, **s. 124.**

213 "'Hemen her deneyin sonunda, ... ya biri havale geçirir, ya yaralanır ya da kusardı.'" Norton, *Stars Beneath the Sea,* **s. 133.**

214 "Kulak zarlarının patlaması da oldukça sık yaşanan bir şeydi." Haldane, *What is Life?* **s. 192.**

214 "...Haldane'in kalçaları ve sırtının alt kısmı altı sene boyunca hissiz kaldı." Haldane, *What Is Life?* **s. 202.**

214 "Ayrıca şiddetli mizaç dalgalanmalarına da sebep olurdu." Ashcroft, *Life at the Extremes,* **s. 78.**

214 "...'o bilim adamı da genellikle denek kadar sarhoş olur...'" Haldane, *What Is Life?* **s. 197.**

214 "Bu sarhoşluğun sebebi hâlâ bir muammadır." Ashcroft, *Life at the Extremes,* **s. 79.**

215 "Oldukça ılıman iklimlerde bile, yaktığınız kalorilerin yansı vücudunuzu sıcak tutmaya gider." Attenborough, *The Living Planet,* **s. 39.**

215 " ...Yerküre'nin yaşamaya uygun bulduğumuz ya da yaşayabildiğimiz bölgeleri oldukça kısıtlıdır: ..." Smith, *The Weather,* **s. 40.**

216 "Güneşimiz olduğundan on kat büyük olsaydı, on milyar yıl değil, on milyon yıl sonra sönerdi..." Ferris, *The Whole Shebang,* **s. 81.**

216 “Güneş’in sıcaklığı bize ulaştığından yalnızca iki dakika evvel Venüs’e ulaşır.” Grinspoon, *Venus Revealed,* **s. 9.**

216 “Anlaşılan, güneş sisteminin ilk yılları sırasında Venüs Yerküre’den sadece biraz daha sıcaktı ve muhtemelen okyanusları vardı.” *National Geographic,* **“The Planets,” Ocak 1985, s. 40.**

216 “Yüzeydeki atmosferik basınç ise Yerküre’dekinin doksan katıdır,...” McSween, *Stardust to Planets,* **s. 200.**

218 “Ay, yılda yaklaşık 4 santimetrelik bir hızla elimizden kaçıyor.” Ward ve Browniee, *Rare Earth,* **s. 33.**

219 “Ama görünüşe bakılırsa elementlerin en ele geçirilmezi fransiyumdur.” Atkins, *The Periodic Kingdom,* **s. 28.**

219 “...şahane gümüş çatal-bıçak takımından vazgeçip alüminyum bir takım kullanmaya başladı.” Bodanis, *The Secret House,* **s. 13.**

219 “...yerkabuğunun çok mütevazı bir kısmını (yüzde 0,048’ini) oluşturur, ...” Krebs, *The History and Use of Our Earth ’s Chemical Elements,* **s. 148.**

220 “‘Karbon olmasaydı, bildiğimiz anlamda yaşam var olamazdı.’” Davies, *The Fifih Miracle,* **s. 126.**

220 “Vücudunuzdaki her 200 atomdan 126’sı hidrojen, 51’i oksijen ve yalnızca l 9’u karbondur.” Snyder, *The Extraordinary Chemistry of Ordinary Things,* **s. 24.**

220 “Organizmaların belirli elementlere gereksinim duyma ya da tolerans gösterme dereceleri onlara evrimlerinden yadigârdır.” Parker, *Inscrutable Earth,* **s. 100.**

221 “Bildiğimiz suya küçük bir parça saf sodyum atarsanız öldürücü bir kuvvetle patlar.” Snyder, *The Extraordinary Chemistry of Ordinary Things,* **s. 42.**

221 “Romalılar da şaraplarını kurşunla tatlandırırlardı,...” Parker, *Inscrutable Earth,* **s. 103.**

222 “Fizikçi Richard Feynman *aposteriori* **saptamalar hakkında şöyle bir espri yapardı: ...” Feynman,** *Six Easy Pieces,* **s. xix.**

BÖLÜM 17: TROPOSFER VE ÖTESt

SAYFA

223 “O olmasaydı dünyamız ... cansız bir buz topu olurdu.” Stevens, *The Change in the Weather,* **s. 7.**

223 “...ve 1902’de Leon-Philippe Teisserenc de Bort adında bir Fransız tarafından, bir balondan keşfedilmiştir.” Stevens, *The Change in the Weather,* **s. 56;** *Nature,* **“1902 and All That,” 3 Ocak 2002, s. 15.**

223 *“...menopoz’la* **aynı Yunanca kökten gelir.” Smith,** *The Weather,* **s. 52.**

224 “...en iyi ihtimalle ciddi beyin ve akciğer ödemlerine ... sebep olur.” Ashcroft, *Life at the Extremes,* **s. 7.**

224 “10 kilometre yukarıda sıcaklık eksi 57 santigrat dereceye düşebilir.” Smith, *The Weather,* **s. 25.**

224 “...(kesin konuşmak gerekirse, santimetrenin milyonda sekizi kadar)...” Allen, *Atmosphere,* **s. 58.**

224 “Uzaydan gelen bir taşıt termosfere aşın sığ bir açıyla girdiği takdirdeyse tam tersine, gerisingeriye uzaya sekmesi mümkündür,... ” Allen, *Atmosphere,* **s. 57.**

225 “ ...Howard Somervell’in ... ‘iltihaplı bir et parçası yerinden kopup nefes borusunu tıkadığı zaman boğularak ölmesine nasıl ramak kaldığını’ anlatır.” Dickinson, *The Other Side ofEverest,* **s. 86.**

225 “İnsan vücudunun hayatta kalmak için tolere edebileceği azami yükseklik sının görünüşe bakılırsa yaklaşık 5.500 metredir,...” Ashcroft, *Life at the Extremes,* **s. 8.**

225 “...5.500 metrenin üstündeki yüksekliklerde, koşullara en iyi uyum sağlamış kadınlar bile karınlarındaki bebeklere gelişimlerini gerektiği gibi tamamlamalarına yetecek miktarda oksijen temin edemezler.” Attenborough, *The Living Planet,* **s. 18.**

226 “‘. ..gece boyu neredeyse yarım tonluk basıncın üstümüze sessizce binmiş olduğunu anlarız.”’ Alıntı: Hamilton-Paterson, *The Great Deep,* **s. 177.**

226 “...tipik bir hava cephesi bir milyar ton sıcak havanın altına ilişmiş 750 milyon ton soğuk havadan oluşabilir.” Smith, *The Weather,* **s. 50.**

226 “Tek bir boranın bütün Amerika Birleşik Devletleri’nin dört günlük elektrik sarfiyatına eşit miktarda enerji içerebileceği hesaplanmıştır.” Junger, *The Perfect Storm,* **s. 128.**

227 “Küre etrafında her an 1.800 ... boran işbaşındadır.” Stevens, *The Change in the Weather,* **s. 55.**

227 “Göklerde olup bitenler hakkındaki bilgilerimizin çoğu, şaşırtıcı derecede yenidir.” Biddle, *A Field Guide to the Invisible,* **s. 161.**

228 “...saatte 300 kilometre hızla esen bir rüzgâr saatte 30 kilometre hızla esen bir rüzgârdan yalnızca on kat güçlü değil, yüz kat güçlüdür...” Bodanis, *$E = mc^2$,* **s. 68.**

228 “...zengin, orta büyüklükte bir ülkenin bir yılda tükettiği elektrik miktarı kadar enerjiyi...” Ball, *H2O,* **s. 51.**

229 “Atmosferin denge arama dürtüsünü sezen ilk kişi ... Edmond Halley oldu.” *Science,* **“The Ascent of Atmospheric Sciences,” 13 Ekim 2000, s. 300.**

229 “(Coriolis’ın dikkatleri üzerine çekmesini sağlayan bir diğer buluşu da, görünüşe bakılırsa Politeknik Okul’da hâlâ Corio’lar diye anılan su soğutucularıydı.)” Trefil, *The Unexpected Vista,* **s. 24.**

229 “ ...hava sistemlerine kavis verip, tropik kasırgaları topaç gibi dönerek ilerleten şey de budur.” Drury, *Stepping Stones,* **s. 25.**

230 “...ölçeğinde kaynama noktasını sıfıra, donma noktasını ise lOO’e getirmişti.” Trefil, *The Unexpected Vista,* **s. 107.**

230 “Howard günümüzde öncelikle 1803’te bulut türlerine verdiği adlarla hatırlanır.” *Dictionary of National Biography,* **cilt 10, s. 51-52.**

230 “Howard’ın sistemine yıllar yılı çok şey katıldı.” Trefil, *Meditations at Sunset,* **s. 62.**

231 “...‘to be on cloud nine’ deyimi bundan kaynaklanıyor olsa gerek.” Hamblyn, *The Invention of Clouds,* **s. 252.**

23 1 “Birkaç yüz metre boyunca yanlamasına uzanan kümülüs cinsinden bir yaz bulutu en fazla 100-150 litre kadar su içerebilir:...” Trefil, *Meditations at Sunset,* **s. 66.**

231 “Yeryüzündeki tatlı suların her an yalnızca yüzde 0,035 kadarı başımızın üstünde gezinir.” Ball, *H_2O,* **s. 57.**

231 “Bir su molekülünün akıbeti, nereye düştüğüne bağlı olarak büyük ölçüde değişir.” Dennis, *The Bird in the Waterfall,* **s. 8.**

231 “Akdeniz gibi büyük bir su kütlesi bile, sürekli olarak beslenmediği takdirde bin yıl içinde kurur.” Gribbin ve Gribbin, *Being Human,* **s. 123.**

231 “Böyle bir olay yaklaşık 6 milyon yıl önce meydana gelerek,...” *New Scientist,* **“Vanished,” 7 Ağustos 1999.**

232 “...dünyanın on yıllık kömür üretimine eşit miktarda ısıyı...” Trefil, *Meditations at* **10,000** *Feet,* **s. 122.**

232 “Bir mevsimin resmen kabul edilen astronomik başlangıç tarihi ile mevsim dönümünün bilfiil hissedilmesi arasında belli bir süre olmasının sebebi de budur.” Stevens, *The Change in the Weather,* **s. 111.**

233 “(Tek bir su damlasının bir okyanustan diğerine ne kadar zamanda gideceğinin nasıl hesaplanabileceği sorusuna gelince...)” *National*

Geographic, **“New Eyes on the Oceans,” Ekim 2000, s. 101.**

234 “Toplamda, dünya kayaçlarında muhafaza edilen karbon miktarı, atmosferde bulunanın yaklaşık yirmi bin katıdır.” Stevens, *The Change in the Weather,* **s. 7.**

234 “...atmosferdeki ‘doğal’ karbondioksit düzeyi,...” *Science,* **“The Ascent of Atmospheric Sciences,” 13 Ekim 2000, s. 303.**

BÖLÜM 18: DERYA DENİZ

SAYFA

235 “Dihidrojen oksidin egemenliği altındaki bir dünyada yaşamaya çalıştığınızı farz edin.” Margulis ve Sagan, *Microcosmos,* **s. 100.**

235 “Bir patatesin yüzden 80’i, bir ineğin yüzde 74’ü, bir bakterinin yüzde 75’i sudan oluşur.” Schopf, *Cradle of Life,* **s. 107.**

235 “Suyun hemen hiçbir özelliği diğer sıvıların özellikleri hakkında ... güvenilir tahminlerde bulunmak için kullanılamaz.” Green, *Water, Ice and Stone,* **s. 29; Gribbin,** *In the Beginning,* **s. 174.**

236 “Katı hale geçtiğinde, eskisinden neredeyse onda bir daha hacimlidir.” Trefıl, *Meditations at 10,000 Feet,* **s. 121.**

236 ‘“Akıl almaz bir özellik’...” Gribbin, *In the Beginning,* **s. 174.**

236 “...kadril dansının boyuna eş değiştiren çiftleri gibi...” Kunzig, *The Restless Sea,* **s. 8.**

236 “Su moleküllerinin her an yalnızca yüzde 15’i bilfiil temas halindedir.” Dennis, *The Bird in the Waterfall,* **s. 152.**

236 “Sayılı günler içinde, ‘dudaklar sanki budanmış gibi yok olup gider, dişetleri kararır, burun kuruyup yarı uzunluğuna iner...”’ *Economist,*

13 Mayıs 2000, s. 4.

237 “...sofra tuzunun bir litre tipik deniz suyundaki miktarı yalnızca 2,5 çay kaşığıdır,...” Dennis, *The Bird in the Waterfall,* **s. 248.**

237 “...deniz suyu terler, deniz suyu ağlarız.” Margulis ve Sagan, *Microcosmos,* **s. 183-84.**

237 “Yerküre’de 1 ,3 milyar kilometreküp su vardır ve olup olacağı bu kadardır.” Green, *Water, Ice and Stone,* **s. 25.**

237 “Okyanuslar şimdiki hacimlerine tahminen 3,8 milyar yıl önce kavuşmuştur.” Ward ve Brownlee, *Rare Earth,* **s. 36.**

237 “Pasifik Okyanusu, okyanus sularının yarısından biraz fazlasını ... ihtiva eder;...” Dennis, *The Bird in the Waterfall,* **s. 226.**

237 “...gezegenimize Yerküre diyeceğimize Suküre desek daha doğru olur.” Ball, *$H_2 0$,* **s. 21.**

237 “Dünya sularının yüzde 3’ünü oluşturan tatlı suların çoğu...” Dennis, *The Bird in the Waterfall,* **s. 6;** *Scientific American,* **“On Thin Ice,” Aralık**

2002, s. 100-105.

237 “Güney Kutbu’na giderseniz yaklaşık 3,2 kilometre, Kuzey Kutbu’ndaysa yalnızca 4,5 metre buz üstünde duruyor olursunuz.” Smith, *The Weather,* **s. 62.**

238 “...eridiği takdirde okyanusları 61 metre yükseltmeye yetecek bir miktardır bu.” Schultz, *Ice Age Lost,* **s. 75.**

238 “...‘yıllarca durmaksızın deniz dibi tarama işinin beyin uyuşturucu tekdüzeliğine dayanamayarak’ ...” Weinberg, *A Fish Caught in Time,* **s. 34.**

238 “Ama denizlerde neredeyse 70.000 deniz mili mesafe kateden ekip,... ” Hamilton-Paterson, *The Great Deep,* **s. 178.**

239 “‘Tarihçi ve teknikçi’ ya da ‘balık sorunları asistanı’ gibi yaratıcı iş tanımlarına sahip çekici bayan yardımcılar. .. ” Norton, *Stars Beneath the Sea,* **s. 57.**

239 “Kısa süre sonra, ... daha da zengin bir aileden gelen Barton’la ortak oldu.” Ballard, *The Eternal Darkness,* **s. 14-15.**

239 “Kürenin hiçbir manevra kabiliyeti yoktu: ... içindekiler solunumlarını son derece ilkel bir yöntemle sağlamak zorundaydılar: ...” Weinberg, *A Fish Caught in Time,* **s. 158; Ballard,** *The Eternal Darkness,* **s. 17.**

240 “O şey her ne ise, onun gibisine bir daha hiç rastlanmamıştır.” Weinberg, *A Fish Caught in Time,* **s. 159.**

241 “1958’de ABD Donanması’yla ... bir anlaşma yaptılar.” Broad, *The Universe Below,* **s. 54.**

241 ‘“Bu dalış, olanaksızlığı dışında bize pek bir şey öğretmedi.”’ Alıntı: *Underwater* **dergisi, ‘The Deepest Spot On Earth,” Kış 1999.**

242 “Tasarımcılar onu inşa etmeye istekli birini bulamıyorlardı.” Broad, *The Universe Below,* **s. 56.**

242 “1994’te, 34.000 buz hokeyi eldiveni Pasifik’te bir fırtına sırasında Koreli bir kargo gemisinden denize uçtu.” *National Geographic,* **“New Eyes on the Oceans,” Ekim 2000, s. 93.**

243 “... insanlar ‘karanlık denizlerin belki anca milyonda birini ya da milyarda birini inceleyebilmişlerdir.”’ Kunzig, *The Restless Sea,* **s. 47.**

243 “...boyu 3 metreyi aşan tüp solucanları, 30 santim eninde deniztarakları, sayısız karides ve midye,... ” Attenborough, *The Living Planet,* **s. 30.**

243 “Bundan evvel hiçbir kompleks organizmanın yaklaşık 54 santigrat dereceden sıcak sularda yaşayamayacağı düşünülürdü,...” *National*

Geographic, **“Deep Sea Vents,” Ekim 2000, s. 123.**

244 “...gezegen üstündeki her kara parçacığını 150 metre derinliğe gömmeye yetecek kadar fazla...” Dennis, *The Bird in the Wateifall,* **s. 248.**

244 “Bir okyanusun temizlenmesi on milyon yıl kadar vakit alabilir.” Vogel, *Naked Earth,* **s. 182.**

244 “Belki de hiçbir şey, okyanusun derinliklerine olan psikolojik uzaklığımızı...” Engel, *The Sea,* **s. 183.**

244 “Batmadıklan zaman (ki genellikle batmazlardı), Donanma nişancıları varillerin içine hava girmesini ... sağlamak için onları mermilerle delik deşik ederlerdi.” Kunzig, *The Restless Sea,* **s. 294-305.**

245 “Mavi balinaların bazen bir şarkıyı yarıda kesip, altı ay sonra kaldıkları yerden devam ettikleri olur.” Sagan, *Cosmos,* **s. 225.**

245 “Efsanevi dev mürekkepbalığını ele alalım.” *Good Weekend,* **“Armed and Dangerous,” 15 Temmuz 2000, s. 35.**

245 “Bir tahmine göre, denizlerde yaşayan ve çoğu hâlâ keşfedilmemiş olan hayvan türlerinin sayısı otuz milyonu buluyor olabilir.” *Time,* **“Call of the Sea,” 5 Ekim 1998, s. 60.**

246 “Yaklaşık 5 kilometre derinlikte bile, ... 3.700 kadar yaratık bulundu.” Kunzig, *The Restless Sea,* **s. 104-5.**

246 “Okyanusların topu topu onda birinden azı, doğal olarak üretken sayılmaktadır.” *Economist'rn* **araştırması, “The Sea,” 23 Mayıs 1998, s. 4.**

246 “...balıkçılıkta ilk elli ülke arasına girmeyi dahi başaramaz.” Flannery, *The Future Eaters,* **s. 104.**

247 “Birçok balıkçı, köpekbalıklannı yüzgeçleri için avlar: *...” Audubon,* **Mayıs-Haziran 1998, s. 54.**

247 “ ...arkalarında sürükledikleri ağlar da bir düzine jumbo jetin sığabileceği büyüklükte.” *Time,* **“The Fish Crisis,” 11 Ağustos 1997, s. 66.**

247 ‘“Hâlâ Karanlık Çağlar’ı yaşıyoruz. Ağlan denize atıp bahtımıza ne çıkacak diye bekliyoruz.’” *Economist,* **“Pollock Overboard,” 6 Ocak 1996, s. 22.**

248 “Bu istenmeyen balıkların her yıl belki 22 milyon ton kadarı gerisingeriye denize atılıyor, hem de çoğunlukla ölü olarak.” *Economisfin* **araştırması, “The Sea,” 23 Mayıs 1998, s. 12.**

248 “Kuzey Denizi’nin dibindeki geniş bölgeler, yılda yedi defa gibi bir sıklıkla kemereli trol tekneleri tarafından silinip süpürülüyor.” *Outside,* **Aralık 1997, s. 62.**

248 “...denizciler suya sepet daldırarak yakalıyorlardı onları.” *National Geographic,* **Ekim 1993, s. 18.**

248 “1990’da bu sayı iyice azalarak 22.000 tona indi.” *Economist’in* **araştırması, “The Sea,” 23 Mayıs 1998, s. 8.**

248 ‘“Balıkçılar... hepsini yakalamışlardı.”’ Kurlansky, *Cod,* **s. 186.**

248 “...balık nüfusları henüz eski bereketine kavuşmuş değil.” *Nature,* “How Many More Fish in the Sea?” 17 Ekim 2002, s. 662.

248 “Bugünlerde balık yemek isteyen ... ‘umduğunu değil, bulduğunu yer.”’ Kurlansky, *Cod,* s. 138.

248 “‘Biyologların tahminlerine göre, ... yasalarca öngörülen minimum büyüklüklerine altı yaşlarında ulaşan ıstakozların yüzde 90’ı, yeterince büyümelerini izleyen bir sene içinde yakalanıyor.”’ *New York Times* magazine, “A Tale of Two Fisheries,” 27 Ağustos 2000, s. 40.

249 “Antarktika civarındaki denizbuzlarında çok sayıda (15 milyon kadar) fok yaşıyor olabilir.” BBC *Horizon* belgeselinin transkripsiyonu, “Antarctica: The Ice Melts,” s. 16.

BÖLÜM 19: YAŞAMIN DOĞUŞU

SAYFA

250 “Birkaç gün sonra, şişelerdeki su, bol bol amino asit, şeker ve diğer organik bileşimler içeren yeşilimtırak bir bulamaca dönüşmüştü.” *Earth,* “Life’s Crucible,” Şubat 1998, s. 34.

250 "Miller’ın bu zorlaştırıcı unsurlar katılarak tekrarlanan deneyleri şimdiye dek oldukça ilkel özelliklere sahip tek bir amino asit üretebildi.” Ball, H_20, s. 209. [2]

250 “...ama insan vücudunda bir milyon çeşit protein bulunuyor olabilir... ” *Discover,* “The Power of Proteins,” Ocak 2002, s. 38.

251 “...200 tanesinin birden gereken sırayla dizilme şansı l0260’ta ... l’dir.” Crick, *Life Itself* s. 51.

251 “Protein standartlarına göre cüce sayılacak küçüklükteki hemoglobin yalnızca 146 amino asit uzunluğundadır,...” Sulston ve Ferry, *The Common Thread,* s. 14.

252 “DNA replikasyonda ustadır, kendini birkaç saniye içinde kopyalayabilir,... ” Margulis ve Sagan, *Microcosmos,* s. 63.

252 ‘“Madem her şeyin başka her şeye ihtiyacı var, moleküller topluluğu başlangıçta nasıl doğdu?”’ Davies, *The Fifth Miracle,* s. 71.

252 “...amino asitlerin topaklar halinde bir araya gelmesini sağlayan birikimli bir tür seçme işlemi meydana gelmiş olmalı.” Dawkins, *The Blind Watchmaker,* **s. 45.**

253 “Doğada bir sürü molekül bir araya gelerek polimerler denilen uzun

zincirler oluşturur.” Dawkins, *The Blind Watchmaker,* **s. 115.**

253 “...‘maddenin olduğu yerde mutlaka yaşam da vardır, koşullar elverdiği takdirde yaşam kaçınılmaz olarak ortaya çıkacaktır.”’ Alıntı: Nuland, *How We Live,* **s. 121.**

253 “Başka bir canlı varlık ... yaratmak isteseydiniz, aslında yalnızca dört temel elemente ... ihtiyacınız olurdu.” Schopf, *Cradle of Life,* **s. 107.**

253 “‘Canlı varlıkları oluşturan maddelerin özel olan hiçbir yanı yoktur.”’ Dawkins, *The Blind Watchmaker,* **s. 112.**

254 “Başlıca biyoloji metinlerinden birinde, belki biraz rahatsızlıkla ifade edildiği gibi,...” Wallace et al., *Biology: The Science of Life,* **s. 428.**

254 “1950’lere kadar, yaşamın 600 milyon yıldan kısa bir süredir var olduğu düşünülüyordu.” Margulis ve Sagan, *Microcosmos,* **s. 71.**

254 ‘“Bu çabukluktan çıkarabileceğimiz tek mana, elverişli koşullara sahip gezegenlerde evrimleşmenin bakteri türünden canlılar için ‘zor’ olmadığıdır,’ *...” New York Times,* **“Life on Mars? So What?” 11 Ağustos**

1996.

254 “‘Olabildiğince erken doğmak, yaşamın kimyasal alınyazısıdır. ”’ Gould, *Eight Little Piggies,* **s. 328.**

254 “...on binlerce Avustralyalı bir dizi ses duvarı patlamasıyla ve gökyüzünde doğudan batıya doğru hızla ilerleyen bir ateş topunun görüntüsüyle irkilene dek,...” *Sydney Morning Herald,* **“Aerial Blast Rocks Towns,”**

29 Eylül 1969; “Farmer Finds ‘Meteor Soot,”’ 30 Eylül 1969.

255 “...ve tam yetmiş dört çeşit amino asitle bezeli olduğu...” Davies, *The Fifth Miracle,* **s. 209-1 0.**

255 “O zamandan beri dünyaya birkaç karbonlu kondrit daha düştü... *” Nature,* **“Life’s Sweet Beginnings?” 20-27 Aralık 2001, s. 857;** *Earth,* **“Life’s Crucible,” Şubat 1998, s. 37.**

255 “ ...‘bilimsel saygınlığın marjinlerinde’ ...” Gribbin, *In the Beginning,* **s. 78.**

256 “ ...delikleri aşağıya bakan burunlar geliştirdiğimizi de ileri sürmüştü.” Gribbin ve Cherfas, *The First Chimpanzee,* **s. 190.**

256 ‘“Dünyanın neresine giderseniz gidin, göreceğiniz her hayvan, bitki, böcek ya da madde,...”’ Ridley, *Genome,* **s. 21.**

256 ‘“Elinizde tutmakta olduğunuz şeyin bir zamanlar canlı organizmalar içerdiğinden emin olamayız,...”’ Victoria Bennett’la röportaj, Australya Ulusal Üniversitesi, Canberra, 21 Ağustos 2001.

259 “Atmosfer, giysileri eritip cildi kavuracak derecede güçlü hidroklorik ve sülfürik asitlerden kaynaklanan zararlı gazlarla doluydu.” Ferris, *Seeing in the Dark,* **s. 200.**

259 “...‘hiç şüphesiz, gezegen üzerindeki yaşam tarihinin en önemli tek metabolik yeniliğidir’...” Margulis ve Sagan, *Microcosmos*, s. 78.

259 “Akyuvarlarımız oksijeni aslında istilacı bakterileri öldürmek için kullanır.” Dr. Laurence Smaje’nin verdiği bilgi.

260 “Fakat 3,5 milyar yıl önce daha etkili bir şey görünürlük kazandı.” Wilson, *The Diversity of Life,* s. 186.

261 ‘“Bu hakiki bir zaman yolculuğudur...”’ Fortey, *Life,* s. 66.

261 “Shark Körfezi’ndeki siyanobakterilerin dünyanın belki de en yavaş evrimleşen organizmaları olduğu...” Schopf, *Cradle of Life*, s. 212

261 ‘“Hayvanlar oksijen olmadan enerji elde edemezlerdi,’...” Fortey, *Life*, s. 89.

261 “...bugün dünyadaki yaşam basit mikroplardan oluşan bir tortuyla sınırlı kalırdı.” Margulis ve Sagan, *Microcosmos,* s. 17.

262 “Bir kum tanesinin işgal ettiği boşluğa bir milyar mitokondri sığdırabilirsiniz.” Brown, *The Energy of Life,* s. 101.

262 “Bu fosiller yalnızca bir kez bulunmuştur; sonraki 500 milyon yıllık döneme ait başka hiçbir buluntu yoktur.” Ward ve Brownlee, *Rare Earth,* s. 10.

262 “.. .‘kimyasal madde torbaları’ olmaktan öteye pek geçemezdi.” Drury, *Stepping Stones,* s. 68.

262 “...beş yüzer sayfalık seksen kitap doldurmaya yetecek kadar.” Sagan, *Cosmos,* s. 227.

BÖLÜM 20: KÜÇÜKLERİN DÜNYASI

SAYFA

263 “Büyük Fransız kimyacı ve bakteriyolog Louis Pasteur onlara kafayı o kadar takmıştı ki, önüne konan her yemeği bir büyüteçle tetkik ederdi.” Biddle, *A Field Guide to the Invisible,* s. 16.

263 “Eğer sağlığınız yerindeyse ve hijyene ortalama düzeyde özen gösteriyorsanız, yaklaşık bir trilyon bakteri vücudunuzun semiz ovalarında otluyor olacaktır.” Ashcroft, *Life at the Extremes,* s. 248; Sagan ve Margulis, *Garden of Microbial Delights,* s. 4.

263 “Sırf sindirim sisteminiz bile en az dört yüz türden, yüz trilyonu aşkın sayıda mikrop barındırır.” Biddle, *A Field Guide to the Invisible,* s. 57.

263 “İnanılmaz sayıda bakterinin ... saptanabilir nitelikte hiçbir fonksiyonu yoktur.” *National Geographic,* “Bacteria,” Ağustos 1993, s. 51.

263 “Her insan vücudu 10 katrilyon civarında hücreden oluşur. Buna karşılık, yaklaşık 100 katrilyon bakteriyel hücre barındırır.” Margulis ve Sagan, *Microcosmos,* s. 67.

264 “Halbuki biz onlarsız bir gün dahi yaşayamayız.” *New York Times,* “From Birth, Our Body Houses a Microbe Zoo,” 15 Ekim 1996, s. C3.

264 “Algler ve denizleri dolduran diğer minik organizmalar havaya her sene yaklaşık 150 milyar kilogram oksijen salar.” Sagan ve Margulis, *Garden of Microbial Delights,* s. 11.

264 “Kangrene yol açtığı için hiç hazzetmediğimiz küçük organizma *Clostridium perfringens,* dokuz dakika içinde çoğalabilir...” *Outside,* Temmuz 1999, s. 88.

264 “Böyle bir hızla, tek bir bakteri iki gün içinde evrendeki bütün protonlardan fazla sayıda döl üretmeye teorik olarak muktedirdir.” Margulis ve Sagan, *Microcosmos,* s. 75.

264 “‘ ...tek bir bakteriyel hücre tek bir günde 280.000 milyar döl üretebilir.”’ De Duve, *A Guided Tour of the Living Celi,* cilt 2, s. 320.

264 “...esasen tüm bakteriler tek bir gen ha^vuzunda yüzer.” Margulis ve Sagan, *Microcosmos,* s. 16.

265 “Bilim adamları Avustralya’da *Thiobacillus concretivorans* diye bilinen mikroplar buldular.” Davies, *The Fifth Miracle,* s. 145.

265 “Bazı bakterilerse, bizim anlayabildiğimiz kadarıyla kendilerine hiçbir yarar sağlamayan kimyasal maddeleri parçalar.” *National Geographic,* “Bacteria,” Ağustos 1993, s. 39.

265 “...‘korku fılmlerindekilere benzer dokuz canlı bir yaratığın ayaklanıp koşan uzuvları gibi’...” *Economist,* “Human Genome Survey,” 1 Temmuz

2000, s. 9.

265 “Şimdiye dek keşfedilmiş yaşam mücadelelerinin belki de en olağanüstü olanı, iki sene boyunca Ay’da dikili kalmış bir kameranın sızdırmaz merceğinde bulunan bir *Streptococcus* bakterisininkidir.” Davies, *The Fifth Miracle,* s. 146.

266 “Onların dur durak bilmeyen kemirişlerinin yerkabuğunu yarattığını dahi ileri sürenler olmuştur.” *New York Times,* “Bugs Shape Landscape, Make Gold,” 15 Ekim 1996, s. Cl.

266 “...yeraltındaki bütün bakterileri çıkarıp ye^^^e boşalttığınız takdirde bunların bütün gezegeni 15 metre kalınlığında bir tabaka halinde kaplayacağını...” *Discover,* “To Hell and Back,” Temmuz 1999, s. 82.

266 “En çalışkanları yüzyılda birden fazla ... bölünmez.” *Scientific American,* “Microbes Deep inside the Earth,” Ekim 1996, s. 71.

266 ‘“Uzun yaşamanın sırrı, anlaşılan o ki çok fazla çalışmamaktır.”’ *Economist,* “Earth’s Hidden Life,” 21 Aralık 1996, s. 112.

266 “118 yıllık bir et konservesinden ve 166 yıllık bir bira şişesinden **çıkarıldıktan sonra yeniden hayata dönen başka mikroorganizmalar oldu.”** *Nature,* **“A Case of Bacterial Immortality?” 19 Ekim 2000, s. 844.**

266 “...Sibirya’nın permafrost alanlarında donmuş vaziyette üç milyon yıldır bekleyen bakterileri çıkarıp dirilttiklerini iddia ettiler.” *Economist,* **“Earth’s Hidden Life,” 21 Aralık 1996, s. 111.**

266 “Ama bakterilerin dayanıklılığı hakkındaki rekor iddia, 2000 yılında Russell Vreeland ve Pennsylvania’daki West Chester Üniversitesi’nden meslektaşları tarafından ortaya atıldı.” *New Scientist,* **“Sleeping Beauty,”**

21 Ekim 2000, s. 12.

267 “Daha kuşkulu bilim adamları, söz konusu örneğin ... kirlenmeye maruz kalmış olabileceğini ileri sürdüler.” BBC News online, “Row over Ancient Bacteria,” 7 Haziran 2001.

267 “Bakterilerse, ... genellikle bitkilere dahil edilirdi.” Sagan ve Margulis, *Garden ofMicrobial Delights,* **s. 22.**

268 “1969’da Comell Üniversitesi’nden R. H. Whittaker adında bir ekolojist, sınıflandırma sisteminin giderek büyüyen yetersizliklerine çekidüzen vermeyi deneyerek,...” Sagan ve Margulis, *Garden of Microbial Delights,* **s. 23.**

269 “Bir hesaba göre toplam 200.000 farklı organizma türü içermekteydi.” Sagan ve Margulis, *Garden ofMicrobial Delights,* **s. 24.**

269 “O zamanlar, Woese’a göre, yalnızca 500 kadar bakteri türü biliniyordu.” *New York Times,* **“Microbial Life’s Steadfast Champion,” 15 Ekim 1996, s. C3.**

269 “Bakterilerin yalnızca yüzde l ’i kültürde büyür.” *Science,* **“Microbiologists Explore Life’s Rich, Hidden Kingdoms,” 21 Mart 1997, s. 1740.**

269 "'Hayvanat bahçelerini dolaşarak hayvanlar hakkında bilgi edinmek gibi bir şeydi bu,' ..." *New York Times,* **"Microbial Life's Steadfast Champion,"**

15 Ekim 1996, s. C7.

270 "Woese, ... 'büyük hayal kırıklığına uğramıştı."' Ashcroft, *Life at the Extremes,* **s. 274-75.**

270 "'Biyoloji, daha evvel fizikte de yaşandığı gibi ... ilgi konusu objelerin ve aralarındaki etkileşimlerin doğrudan doğruya gözlemlenerek algılanamayacağı bir düzeye taşınmıştır."' *Proceedings of the National Academy of Sciences,* **"Default Taxonomy: Emst Mayr's View of the Microbial World," 15 Eylül 1998.**

270 '"Woese biyoloji öğrenimi görmemiştir ve haliyle, sınıflandırma ilkeleri konusunda yeterince bilgili değildir."' *Proceedings of the National Academy of Sciences,* **"Two Empires or Three?" 18 Ağustos 1998.**

271 "Yaşamın yirmi üç ana bölümünden yalnızca üçü ... çıplak gözle görülebilecek büyüklükte yaratıklar içerir..." Schopf, *Cradle of Life,* **s. 106.**

271 "...gezegenin bütün biyokütlesi ... bir araya gelse, mikroplar var olan her şeyin en az yüzde 80'ini, belki daha da fazlasını oluşturacaktır." *New York Times,* **"Microbial Life's Steadfast Champion," 15 Ekim 1996, s. C7.**

272 "Hastalık taşıyan organizmaların en sınır tanımazı, *Wolbachia* **denilen bir bakteridir."** *Nature,* **"Wolbachia: A Tale of Sex and Survival," l l Mayıs**

2001, s. 109.

272 "...bin mikroptan yaklaşık olarak yalnızca biri insanlarda hastalığa sebep olur." *National Geographic,* **"Bacteria," Ağustos 1993, s. 39.**

272 "...mikroplar hâlâ batı dünyasının üç numaralı katilidir..." *Outside,* **Temmuz 1999, s. 88.**

272 “Tarih, ... ‘çok korkunç salgınlara yol açtıktan sonra ortaya çıktığı kadar esrarengiz biçimde yok olan’ hastalıklarla doludur.” Diamond, *Guns, Germs and Steel,* **s. 208.**

274 “ *...nekrotizanfasiit* **denilen illettir. Bu hastalıkta bakteriler kurbanı için için yer,...” Gawande,** *Complications,* **s. 234.**

274 ‘“Bulaşıcı hastalıklar döneminin kapanma vakti gelmiştir.”’ *New Yorker,* **“No Profit No Cure,” 5 Kasım 2001, s. 46.**

274 “Oysa bu sözler ağzından çıktığı esnada bile, sözü geçen bakteri türlerinin yüzde 90 kadarı penisiline bağışıklık geliştirme sürecine çoktan girmişti.” *Economist,* **“Disease Fights Back,” 20 Mayıs 1995, s. 15.**

275 “...ama 1997’de Tokyo’daki bir hastanede vankomisine bile direnç gösterebilen bir türün ortaya çıktığı bildirildi.” *Boston Globe,* **“Microbe Is Feared to Be Winning Battle Against Antibiotics,” 30 Mayıs 1997, s. A7.**

275 “James Surowiecki’nin ... belirttiği gibi,...” *New Yorker,* **“No Profit No Cure,” 5 Kasım 2001, s. 46.**

275 “Amerikan Ulusal Sağlık Enstitüleri mesela, bu fikri 1994’e kadar resmen desteklemedi.” *Economist,* **“Bugged by Disease,” 21 Mart 1998, s. 93.**

275 ‘“Yüzlerce, hatta binlerce insan ülserler yüzünden yok yere ölmüş olmalı,’ *...” Forbes,* **“Do Germs Cause Cancer?” 15 Kasım 1999, s. 195.**

275 “O zamandan bu yana sürdürülen araştırmalar ... diğer hastalıklarda bakteriyel bir unsurun etkili olduğunu ya da pekâlâ olabileceğini göstermiştir.” *Science,* **“Do Chronic Diseases Have an Infectious Root?”**

14 Eylül 2001, s. 1974-76.

275 “...‘kötü haberlerle çevrili bir parça nükleik asit’... ” Alıntı: Oldstone, *Viruses, Plagues and History,* **s. 8.**

275 “Beş bin kadar virüs türü bilinmektedir.” Biddle, *A Field Guide to the*

Invisible, **s. 153-54.**

276 “Çiçek hastalığı sırf yirminci yüzyılda tahminen 300 milyon insan öldürmüştür.” Oldstone, *Viruses, Plagues and History,* **s. 1.**

276 “On sene içinde hastalık beş milyon kadar insanı canından etti ve sonra sessiz sedasız yok oldu.” Kolata, *Flu,* **s. 292.**

276 “Birinci Dünya Savaşı dört sene içinde 21 milyon insanın ölümüne sebep oldu; domuz gribiyse aynı işi meydana çıkışını izleyen dört ay içinde becerdi.” *American Heritage,* **“The Great Swine Flu Epidemic of 1918,” Haziran 1976, s. 82.**

277 “Bir aşı icat etmek üzere kolları sıvayan tıp otoriteleri, Boston Limanı’ndaki Deer Island askeri cezaevinde gönüllü mahkûmlar üzerinde testler yaptılar.” *American Heritage,* **“The Great Swine Flu Epidemic of 1918,” Haziran 1976, s. 82.**

278 “Ingiltere’deki Manchester Kraliyet Hastanesi araştırmacıları, 1959’da tedavisi mümkün olmayan esrarengiz sebeplerden ötürü ölen bir denizcinin aslında AIDS’li olduğunu keşfettiler.” *National Geographic,* **“The Disease Detectives,” Ocak 1991, s. 132.**

278 “1969’da, Connecticut’ın New Haven kentindeki Yale Üniversitesi Laboratuvarı’nda çalışan bir doktor, Lassa hummasını incelerken...” Oldstone, *Viruses, Plagues and History,* **s. 126.**

279 “l 990’da, Chicago’da yaşayan bir Nijeryalı, memleketini ziyareti sırasında Lassa hummasına maruz kaldı...” Oldstone, *Viruses, Plagues and History,* **s. 128.**

BÖLÜM 21: HAYAT DEVAM EDtYOR

SAYFA

280 “Canlı organizmaların neredeyse hepsinin ... kaderi,...” Schopf, *Cradle of Life,* **s. 72.**

280 “Kayaçların yalnızca yaklaşık yüzde 15’i fosil muhafaza etmeye elverişlidir,...” Lewis, *The Dating Game,* **s. 24.**

281 “10.000’de birden az türün fosil kayıtlarına girebildiği hesaplanmıştır.” Trefil, 101 *Things You Don ’t Know About Science and No One Else Does Either,* **s. 280.**

281 “ ...fosil kayıtlarının 250.000 tür yaratık içerdiğini ...” Leakey ve Lewin, *The Sixth Extinction,* **s. 45.**

281 “Elimizdeki bütün fosillerin yaklaşık yüzde 95’i bir zamanlar sualtında ... yaşamış hayvanlara aittir.” Leakey ve Lewin, *The Sixth Extinction,* **s. 45.**

281 “‘Çok fazlaymış gibi görünüyor,’ diye hak verdi,...” Richard Fortey,

yazarla röportaj, Doğa Tarihi Müzesi, Londra, 19 Şubat 2001.

282 “...insan neslinin şimdiye dek bunun yüzde 1 ’inin yarısı uzunlukta bir süredir hayatta kalmayı başarmış olduğuna dikkat çekiyor.” Fortey, *Trilobite!* s. 24.

282 “ ... ‘yengeç büyüklüğünde eksiksiz bir *Profallotaspis'in* ya da *Elenellus'un* avucunuzun içine düşüverdiğini’...” Fortey, *Trilobite!* s. 121.

283 “Koleksiyonu öyle göz doldurucuydu ki, Louis Agassiz tarafından ... satın alındı.” “From Farmer Laborer to Famous Leader: Charles D. Walcott (1850-1927),” *GSA Today,* Ocak 1996.

283 “1879’da . .. araştırmacı olarak göreve başladı.” Gould, *Wonderful Life,* s. 242-43.

283 “ ...‘Bir kütüphane rafını dolduracak sayıda kitabı vardır.”’ Fortey, *Trilobite!* s. 53.

284 “...‘bize modern yaşamın bütün gücüyle başladığı anın manzarasını sunan yegâne hazinemizi’...” Gould, *Wonderful Life,* s. 56.

284 “Titizliğiyle ünlü Gould, ...” Gould, *Wonderful Life,* s. 71.

284 “...bir sayıma göre 140 tür içeriyordu.” Leakey ve Lewin, *The Sixth Extinction,* s. 27.

284 ‘“...Burgess Şeyli’nin içerdiği farklılık yelpazesi, bir dengi daha bulunmayan...”’ Gould, *Wonderful Life,* s. 208.

285 “‘Böyle bir yorumu temel alırsan,’ diye hayıflanmıştı Gould,...” Gould, *Eight Little Piggies,* s. 225.

285 “Derken 1973’te Cambridge Üniversitesi’nden Simon Conway Morris adında bir mastır öğrencisi...” *National Geographic,* “Explosion of Life,” Ekim 1993, s. 126.

285 “Koleksiyonda o kadar çok sayıda fark edilmemiş yenilik vardı ki, bir defasında...” Fortey, *Trilobite!* s. 123.

285 “Hepsi de ilk kez Kambriyen dönemde yaratılmış bir yapıyı kullanır.” *U.S. News and World Report,* “How Do Genes Switch On?” 18/25 Ağustos

1997, s. 74.

286 “...Burgess hayvanlarının en az on beşi, belki en fazla yirmisi,...” Gould, *Wonderful Life,* s. 25.

286 “‘Yaşamı bir film gibi başa sarıp...”’ Gould, *Wonder:ful Life,* s. 14.

286 “1946’da, Güney Avustralya eyaletinin genç jeolog asistanlarından biri olan Sprigg,...” Corfield, *Architects ofEternity,* s. 287.

287 “Bu sefer de fikirleri dernek başkanından destek görmedi.” Corfield, *Architects ofEternity,* s. 287.

287 “Dokuz sene sonra, 1957’de,...” Fortey, *Life,* s. 85.

288 ‘“Günümüzde onlara çok benzeyen canlılar yoktur,’...” Fortey, *Life,* s. 88.

288 “‘Onları sonraki mahlukların atası olarak yorumlamak zordur.”’ Fortey, *Trilobite!* s. 125.

288 ‘“Stephen Gould keşke yazdığı kadar net düşünebilseydi!’. ..” Dawkins, *Sunday Telegraph,* 25 Şubat 1990.

289 *“New York Times Book Review'da* yazan bir tanesi,...” *New York Times Book Review,* “Survival of the Luckiest,” 22 Ekim 1989.

289 “Dawkins, *Evolution* dergisinde yayınlanan bir yazısında Gould’un ... iddialarını hedef aldı.” *Full House* eleştirisi, *Evolution,* Haziran 1997.

289 “...kendi kitabında, durup dururken Gould’a sataşarak paleontoloji camiasından pek çok kişinin yüreğini kaldırdı.” *New York Times Book Review,* “Rock of Ages,” 10 Mayıs 1998, s. 15.

289 “‘Bir profesyonelin kaleminden çıkmış hiçbir kitapta böyle bir kinle karşılaşmamıştım,’...” Fortey, *Trilobite!* s. 138.

290 “Fortey, bir kır faresiyle bir **fil** arasındaki karşılaştırmayı buna örnek gösterir.” Fortey, *Trilobite!* s. 132.

291 “‘Aralarından hiçbiri ne günümüz sülükayaklılan kadar garip,...”’ Fortey, *Life,* s. 111.

291 “... ‘ ilginçliğinden de tuhaflığından da bir şey götürmedi, yalnızca onları daha anlaşılabilir kıldı.”’ Fortey, “Shock Lobsters,” *Landon Review of Books,* 1 Ekim 1998.

291 “Bir trilobit gibi bütünüyle gelişmiş bir yaratığın tek başına ortaya çıkıp çoğalması elbette bir muammadır.” Fortey, *Trilobite!* s. 137.

BÖLÜM 22: HER ŞEYE ELVEDA

SAYFA

293 “Başkaca hemen hiçbir şeyin yetişmediği Antarktika bölgelerinde,... ” Attenborough, *The Living Planet,* s. 48.

293 ‘“inorganik taşlar kendiliğinden canlı bitkilere dönüşüyor!”’ Marshall, *Mosses and Lichens,* s. 22.

293 “Dünyada yirmi binden fazla türde liken vardır.” Attenborough, *The Private Life of Plants,* s. 214.

293 “...yemek tabağı büyüklüğünde olanlar, ... ‘binlerce olmasa da, belki yüzlerce yıllıktır.”’ Attenborough, *The LivingPlanet,* s. 42.

294 “4,5 milyar yıllık Yerküre tarihinin tek bir normal dünyevi güne sığdırıldığını farz ederseniz,...” Uyarlama: Schopf, *Cradle of Life,* s. 13.

295 “...kollarınızı iki yanınıza olabildiğince uzatıp elleriniz arasında kalan mesafenin bütün Yerküre tarihini temsil ettiğini düşünmektir.”

McPhee,

Basin and Range, **s. 126.**

296 “...oksijen düzeyleri yüzde 35 kadar yüksekti.” Off'ıcer ve Page, *Tales of the Earth,* **s. 123.**

297 “...çünkü izotoplar, yaratıldıkları dönemde atmosferde ne kadar oksijen ya da karbondioksit bulunduğuna bağlı olarak değişen hızlarla birikir.” Officer ve Page, *Tales of the Earth,* **s. 118.**

297 ‘“ABD Hava Kuvvetleri ... kızböceklerinin bunu nasıl yaptığını anlamak için onları rüzgâr tünellerine salmış ve sonunda umutsuzluğa kapılıp bu sevdadan vazgeçmiştir.”’ Conniff, *Spineless Wonders,* **s. 84.**

297 “Karbonifer ormanlarında, kızböcekleri kuzgunlar kadar büyüdü.” Fortey, *Life,* **s. 201.**

298 “Şans eseri, Jarvik’in ekibi tam da böyle bir yaratık buldu:...” BBC *Horizon,* **The Missing Link,” ilk yayın tarihi: 1 Şubat 2001.**

299 “Bu isimler sahiplerinin kafataslarının yanlarında bulunan küçük deliklerin sayı ve konumuna işaret eder.” Tudge, *The Variety of Life,* **s. 411.**

299 “...ama bu sayının 4 trilyona kadar yükseltildiği de olur.” Tudge, *The Variety of Life,* **s. 9.**

299 “‘Yuvarlak hesapla, ... tüm türlerin nesli tükenmiştir.”’ Alıntı: Gould, *Eight Little Piggies,* **s. 46.**

299 “...bir türün ortalama ömrü yaklaşık dört milyon yıldan ibarettir: ...” Leakey ve Lewin, *The Sixth Extinction,* **s. 38.**

299 “‘Nesil tükenişinin alternatifi durgunluktur,’...” lan Tattersall röportajı, Amerikan Doğa Tarihi Müzesi, New York, 6 Mayıs 2002.

300 “Yerküre tarihinde, kriz dönemlerini istisnasız her zaman dramatik sıçramalar takip etmiştir.” Stanley, *Extinction,* **s. 95; Stevens,** *The Change in the Weather,* **s. 12.**

300 “Permiyen dönemde, fosil kayıtlarında yer aldığı bilinen hayvanların en az yüzde 95’i kayıplara karıştı ve bir daha geri

dönmedi.” *Harper’s,* **“Planet of Weeds,” Ekim 1998, s. 58.**

300 “Böcek türlerinin bile yaklaşık üçte biri yok oldu. Böcekler yalnızca bu dönemde topluca ortadan kalkmıştır.” Stevens, *The Change in the Weather,* **s. 12.**

300 “‘Bu gerçekten de kitlesel bir imhaydı,...”’ Fortey, *Life,* **s. 235.**

301 “Permiyen dönem sona erdiğinde hayatta olan hayvan türlerinin sayısı hakkındaki tahminler 45.000 kadar düşük bir sayı ile 240.000 kadar yüksek bir sayı arasında değişir.” Gould, *Hen ’s Teeth and Horse ’s Toes,* **s. 340.**

301 “Bireyler bazında ölü sayısı çok daha yüksek olabilir: Çoğu vakada neredeyse hepsi ölmüştür.” Powell, *Night Comes ta the Cretaceous,* **s. 143.**

301 “Atlar dahil otlak hayvanları, ... Hemfiliyen tükenişinde az kalsın yeryüzünden siliniyordu.” Flannery, *The Eternal Frontier,* **s. 100.**

301 “Tükenişlere sebep olduğu ya da katkıda bulunduğu tespit edilen en az **iki düzine potansiyel suçlu vardır:** ...” *Earth,* **‘The Mystery of Selective Extinctions,” Ekim 1996, s. 12.**

302 “...‘tonla varsayım ve çok az kanıt’ ...” *New Scientist,* **“Meltdown,” 7 Ağustos 1999.**

302 “Böyle bir patlamayı gözünüzde canlandırmanız kolay değil,... ” Powell, *Night Comes to the Cretaceous,* **s. 19.**

302 “KT meteorunun ayrıca şöyle bir avantajı vardı...” Flannery, *The Eternal Frontier,* **s. 17.**

303 “‘Bu narin yaratıklar böylesine benzersiz bir faciadan neden burunları bile kanamadan kurtulmuş olsunlar?’ ...” Flannery, *The Eternal Frontier,* **s. 43.**

303 “Denizlerde de durum üç aşağı beş yukarı aynıydı.” Gould, *Eight Little Piggies,* **s. 304.**

303 “‘Şanslılarmış diye kestirip atmak insanın içine sinmiyor.’” Fortey, *Life,* **s. 292.**

303 “...dinozor nesillerinin tükenmesinden hemen sonraki dönemi Denizkaplumbağaları Çağı diye adlandırmak hiç de yanlış olmazdı.” Flannery, *The Eternal Frontier,* **s. 39.**

304 “‘Evrimin boşluklara tahammülü olmayabilir ... ama boşlukları doldurmak genellikle uzun zaman alır.’” Stanley, *Extinction,* **s. 92.**

304 “Belki on milyon yıl kadar uzun bir süre için, memeliler ihtiyaten küçük kaldılar.” Novacek, *Time Traveler,* **s. 112.**

304 “Bir süre için etrafta gergedan büyüklüğünde hintdomuzları, iki katlı evler büyüklüğünde gergedanlar dolaştı.” Dawkins, *The Blind Watchmaker,* **s. 102.**

304 “Milyonlarca yıl boyunca, *Titanis* **denilen, uçamayan, etobur, dev bir kuş Kuzey Amerika’nın belki de en yırtıcı yaratığı oldu.” Flannery,** *The Eternal Frontier,* **s. 138.**

305 “1903’te Pittsburgh’da inşa edilip, Andrew Camegie tarafından müzeye hediye edilmiştir.” Colbert, *The Great Dinosaur Hunters and Their Discoveries,* **s. 164.**

305 “Son zamanlara kadar, bu dönemin dinozorları hakkında bilinen her şey ... üç yüz kadar örneğe dayanıyordu.” Powell, *Night Comes to the Cretaceous,* **s. 168-69.**

306 “‘ ... dinozorların yavaş yavaş ölmekte olduğuna inanmak için hiçbir sebep yok,’...” BBC *Horizon,* **“Crater ofDeath,” ilk yayın tarihi: 6 Mayıs 2001.**

306 “‘insanların bugün burada olmalarının tek sebebi, soy çizgmmn hiç kırılmamış olmasıdır: ...”’ Gould, *Eight Little Piggies,* **s. 229.**

BÖLÜM 23: VAR OLMANIN ZENGİNLİĞİ

SAYFA

307 “ispirto odası bile tek başına, .. . 24 kilometre uzunluğunda raflar barındırır.” Thackray ve Press, *The Natural History Museum,* **s. 90.**

308 “...yani seferin sonuçlanmasından kırk dört sene sonra... ” Thackray ve Press, *The Natural History Museum,* **s. 74.**

309 “1956’da yayınlanan ve konuyu halka sevdirme gayretiyle yazılmış neredeyse tek kitap olarak birçok kütüphane rafından hâlâ inmeyen...” Conard, *How to Know the Mosses and Liverworts,* **s. 5.**

309 “‘Çeşitlilik arıyorsanız tropik kuşağa gitmelisiniz,’...” Len Ellis röportajı, Doğa Tarihi Müzesi, Londra, 18 Nisan 2002.

311 “...gemideki hayvanlar için gönderilen bir balya samanı dikkatle ayıklayarak yeni keşifler yaptı.” Barber, *The Heyday of Natural History,* **s. 17.**

313 “Bir midye türünün kısımlarına ... gibi adlar vermişti.” Gould, *Leonardo ’s Mountain of Clams and the Diet ofWorms,* **s. 79.**

313 “‘Bitkiler bile sevdalanır. Erkekler ve dişiler ... düğün demek evlenirler ... ”’ Alıntı: Gjertsen, *The Classics of Science,* **s. 237; California Üniversitesi/Paleontoloji Müzesi (UCMP Berkeley) web sitesi.**

313 “Linnaeus tarafından budanıp *Physalis angulata* **haline getirildi...” Kastner,** *A Species of Eternity,* **s. 31.**

314 “Linnaeus’un büyük eseri *Systema Naturae'nin* **... 1735’teki ilk baskısı...” Gjertsen,** *The Classics of Science,* **s. 223.**

314 “...John Ray’in bir nesil önce tamamlanan üç ciltlik eseri *Historia Generalis Plantarum'un...”* **Durant ve Durant,** *The Age of Louis XIV,* **s. 519.**

314 “...ama Linnaeus’u Ingiliz doğabilimcilerin gözünde bir diğer baba figürü haline getirmeye yetecek kadar erken bir tarihti bu.” Thomas, *Man and the Natural World,* **s. 65.**

314 “Denizcilerden ve diğer hayalperest gezginlerden duyduğu tasvirlerine safça inandığı... ” Schwartz, *Sudden Origins,* **s. 59.**

314 “ ...balinaların ineklerle, farelerle ve karada yaşayan diğer bildik hayvanlarla birlikte (sonradan Memeliler olarak değiştirilen) Dörtayaklılar takımına ait olduğunu...” Schwartz, *Sudden Origins,* **s. 59.**

315 “*...kısrak osuruğu, çıplak hanım, büzük haya, tazı sidiği, götü meydanda* **ve**

sümsük havlu...” **Thomas,** *Man and the Natural World,* **s. 82-85.**

316 “Öte yandan, Edward O. Wilson ... bu sayıyı olağanüstü yükseltip seksen dokuz gibi kabarık bir rakama çıkarır.” Wilson, *The Diversity of Life,* **s. 157.**

317 “...ama seneler önce *Pelargonium* **cinsine transfer edilen birçok ıtır türünü, yükselen homurtulara rağmen kurtaramamıştır.” Elliott,** *The Potting-Shed Papers,* **s. 18.**

317 “Tahminler 3 milyon ile 200 milyon arasında değişir.” *Audubon,* **“Earth’s Catalogue,” Ocak-Şubat 2002; Wilson,** *The Diversity of Life,* **s. 132.**

317 “...dünyanın bitki ve hayvan türlerinin yüzde 97 kadar büyük bir bölümü hâlâ keşfedilmeyi bekliyor olabilir.” *Economist,* **“A Golden Age of Discovery,” Aralık 23, 1996, s. 56.**

317 “...bilinen bütün türlerin, bitkilerin, böceklerin, mikropların, alglerin, kısacası her şeyin sayısını 1,4 milyon olarak belirlemiş,...” Wilson, *The Diversity of Life,* **s. 133.**

318 “Bilinen tür sayısını biraz daha yükselterek, 1,5 milyon ila 1 ,8 milyon civarına çıkaran başka otoriteler de olmuştur.” US. *News and World Report,* **18 Ağustos 1997, s. 78.**

318 “Bu işin içinden çıkmak Groves’un kırk yılını aldı.” *New Scientist,* **“Monkey Puzzle,” 6 Ekim 2001, s. 54.**

319 “...her yılher çeşitten yalnızca yaklaşık on beş bin yeni tür kaydedilmekte.” *Wall Street Journal,* **“Taxonomists Unite to Catalog Every Species, Big and Small,” 22 Ocak 2001.**

319 “‘Sorun biyolojik çeşit bolluğu değil zaten, taksonomist kıtlığı!’. . .” Ken Maes, yazarla röportaj , Ulusal Müze, Nairobi, 2 Ekim 2002.

319 “...‘birçok tür, ... kıyıda köşede kalmış yayınlarda yetersizce tanımlanmaktadır.”’ *Nature,* **“Challenges for Taxonomy” 2 Mayıs 2002, s. 17.**

320 “...All Species Foundation (Tüm Türler Vakfı) adını taşıyan bir girişime öncülük etti.” *The Times* **(Londra), “The List of Life on Earth,” 30 Temmuz 2001.**

320 “Şiltenizin iki milyon mikroskobik akara yuvalık ettiğini... ” Bodanis, *The Secret House,* **s. 16.**

320 “...söz konusu ölçümü yapan adamın, yani İngiliz Medikal Entomoloji (Böcekbilimi) Merkezi’nden Dr. John Maunder’ın sözleriyle...” *New Scientist,* **“Bugs Bite Back,” 17 Şubat 2001, s. 48.**

320 “Bu akarlar çok eski zamanlardan beri burnumuzun dibindeydiler,...” Bodanis, *The Secret House,* **s. 15.**

320 “Avucunuzdaki toprak, belki 1 milyon semiz maya, ... içerecektir.” *National Geographic,* “Bacteria,” Ağustos 1993, s. 39.

321 “‘Eğer Norveç’in iki ayn yerinden alınmış iki tutam toprakta 9.000’i aşkın türde mikrop varsa,...”’ Wilson, *The Diversity of Life,* s. 144.

321 “Eh, bir tahmine göre, bu sayı 400 milyon kadar yüksek olabilir.” Tudge, *The Variety of Life,* s. 8.

321 “...1.000 yeni çiçekli bitki türü keşfettiğini...” Wilson, *The Diversity of Life,* s. 197.

321 “Toplamda, tropik yağmur ormanları yeryüzünün yalnızca yaklaşık yüzde 6’sını kaplar, ...” Wilson, *The Diversity of Life,* s. 197.

322 “...‘en üstün tarama programı: en az üç buçuk milyar yıllık evrim’...” *Economist,* “Biotech’s Secret Garden,” 30 Mayıs 1998, s. 75.

322 “...çok eski bir bakterinin ... bir birahane duvarında bulunduğuna dikkat çeker:...” Fortey, *Life,* s. 75.

322 “Şimdiye dek 500 tür tespit edilmiştir (gerçi 360 diyen kaynaklar da vardır),...” Ridley, *The Red Queen,* s. 54.

322 “Dört hektar genişliğindeki tipik bir otlakta üreyen mantarları bir araya getirseniz,...” Attenborough, *The Private Life ofPlants,* s. 176.

322 “...ama bu sayının 1,8 milyona kadar yükselebileceği sanılıyor.” *National Geographic,* “Fungi,” Ağustos 2000, s. 60; Leakey ve Lewin, *The*

Sixth Extinction, s. 117.

323 “Yeni Zelanda’nın takahe denilen, iri, uçamayan bir kuş neslinin... ” Flannery ve Schouten, *A Gap in Nature,* s. 2.

323 “...onun dünyanın geri kalan kısmında antika sayıldığını...” *New York Times,* “A Stone-Age Horse Still Roams a Tibetan Plateau,” 12 Kasım

1995.

323 ‘“...bir *Megatherium* (boyu zürafanınkine ulaşabilen dev bir tür yer tembelhayvanı)...”’ *Economist*, “A World to Explore,” 23 Aralık 1995, s. 95.

324 “Bir Crampton tablosundaki tek bir satır,...” Gould, *Eight Little Piggies,* s. 32-34.

324 “...300.000 yabanansı toplamak için, yürüyerek 4.000 kilometre yol katetti.” Gould, *The Flamingo ’s Smile,* s. 159-60.

BÖLÜM 24: HÜCRELER

SAYFA

325 “...bir Boeing 777 jet uçağında bulunanlarla aşağı yukan aynı sayıda bileşeni minyatürize etmeniz...” *New Scientist*, başlıksız, 2 Aralık 2000, s. 37.

326 “...ve şimdilik bunlardan yalnızca yüzde 2’sinin ne yaptığını anlayabildik.” Brown, *The Energy of Life,* **s. 83.**

326 “Bu üretimin amacı başlangıçta tam bir muammaydı, ama sonradan bilim adamları her baktıkları yerde nitrik asit bulmaya başladılar:...” Brown, *The Energy of Life,* **s. 229.**

326 “(Nitrogliserin kan dolaşımında nitrik okside çevrilerek damar kaslarını gevşetir ve böylece kanın damarlarda daha rahat akmasını sağlar.)” Alberts et al., *Essential Celi Biology,* **s. 489.**

326 “...vücudunuzda ‘birkaç yüz kadar’ farklı türde hücre vardır.” De Duve, *A Guided Tour of the Living Celi,* **cilt 1, s. 21.**

327 “Eğer ortalama irilikte bir yetişkinseniz, üstünüzde 2 kilodan fazla ölü deri taşıyorsunuz demektir...” Bodanis, *TheSecretFamily,* **s.**

106.

327 “Karaciğer hücreleri ... yıllarca canlı kalabilir.” De Duve, *A Guided Tour of the Living Celi,* **cilt l, s. 68.**

327 “Hooke küçük bir parça şişe mantarında bu boşluklardan 1.259.712.000 adet bulunduğunu hesaplamıştı.” Nuland, *How We Live,* **s. 100.**

328 “Leeuwenhoek 1676’da bir biber suyu örneğinde ‘hayvancıklar’ bulduğunu bildirdikten sonra,...” Jardine, *Ingenious Pursuits,* **s. 93.**

328 “Tek bir su damlasında bu minik varlıklardan 8.280.000 tane ...” Thomas, *Man and the Natural World,* **s. 167.**

329 “Bu küçük varlıkları ‘homunculi’ diye adlandırdı.” Schwartz, *Sudden Origins,* **s. 167.**

329 “Pek başarılı olmayan deneylerinden birinde,...” Carey (ed.), *The Faber Book of Science,* **s. 28.**

329 “Gelgelelim, *bütün* **canlı maddelerin hücrelerden oluştuğunu anlamak... ” Nuland,** *How We Live,* **s. 101.**

329 “Hücre, ... pek çok şeye benzetilmiştir.” Trefıl, *101 Things You Don ’t Know About Science and No One Else Does Either,* **s. 133; Brown,** *The Energy of Life,* **s. 78.**

330 “Öte yandan, ölçeği yükselttiğiniz takdirde metrede 20 milyon voltluk bir şokunuz olur:...” Brown, *The Energy of Life,* **s. 87.**

330 “...‘hafif bir makine yağının’ yaklaşık yoğunluğuna sahip,...” Nuland, *How We Live,* **s. 103.**

330 “...saniyede milyar defa birbirlerine toslarlar.” Brown, *The Energy of Life,* **s. 80.**

330 “...‘Moleküler dünya, içinde olup bitenlerin inanılmaz hızı sayesinde,

daima hayal gücümüzün sınırları ötesinde kalacaktır.”’ De Duve, *A Guided Tour of the Living Celi,* **cilt 2, s. 293.**

331 “‘ ...her hücredeki toplam protein molekülü sayısı hâlâ en az **100 milyonu bulur.”’ Nuland,** *How We Live,* **s. 157.**

331 “Her an, vücudunuzdaki tipik bir hücrenin içinde yaklaşık bir milyar ATP molekülü bulunur...” Alberts et al., *Essential CeliBiology,* **s. 110.**

331 “Her gün vücut ağırlığınızın yaklaşık yansına eşdeğer miktarda ATP üretir ve tüketirsiniz.” *Nature,* **“Darwin’s Motors,” 2 Mayıs 2002, s. 25.**

332 “Ortalama olarak, her l00 milyon milyar hücre bölünmesinden yalnızca biri habis çıkarak kansere yol açar.” Ridley, *Genome,* **s. 237.**

333 “ ...‘gelmiş geçmiş tek en iyi fikir' diye nitelendirilen...” Dennett, *Darwin’s Dangerous Idea,* **s. 21.**

BÖLÜM 25: DARWIN’İN BENZERSİZ FİKRİ

SAYFA

334 “‘Güvercinlerle herkes ilgilenir,’...” Alıntı: Boorstin, *Cleopatra ’s Nose,* **s. 176.**

334 “‘Avlanmaktan, köpeklerden, fare yakalamaktan başka bir şey görmüyor gözün.”’ Alıntı: Boorstin, *The Discoverers,* **s. 467.**

335 “Acısından haklı olarak inim inim inleyen bir çocuğun ameliyatına tanıklık edince... ” Desmond ve Moore, *Darwin,* **s. 27.**

335 “...‘cinnet geçirmişe' dönerdi.” Hamblyn, *The Invention of Clouds,* **s. 199.**

336 “ ... Fitzroy bir nişanlısı olduğunu birkez olsun çıtlatmamış,...” Desmond ve Moore, *Darwin,* **s. 197.**

336 “Kuramında mercanadalannın bir milyon yıldan kısa sürede oluşamayacağını ileri sürüyordu.” Moorehead, *Darwin and the Beagle,* **s. 239.**

336 “...ancak İngiltere’ye döndükten ve Thomas Malthus’un ... başlıklı yapıtını okuduktan sonra...” Gould, *Ever Since Darwin,* **s. 21.**

336 “‘Ne aptalım, bunu ben nasıl düşünemedim!’. ..” *Sunday Telegraph,* **“The Origin ofDarwin’s Genius,” 8 Aralık 2002.**

337 “...kuşbilimci arkadaşı John Gould oldu.” Desmond ve Moore, *Darwin,* **s. 209.**

117 “iki sene sonra notlarını 230 sayfalık bir ‘taslak' haline getirdi.” *Dictionary of National Biography,* **cilt 5, s. 526.**

337 '‘"Sülükayaklılardan daha önce kimsenin etmediği kadar nefret ediyorum,’...” Alıntı: Ferris, *Coming of Age in the Milky Way,* **s. 239.**

338 “Kimileri yazarın Darwin’in kendisi olabileceğini düşündü.” Barber, *The Heyday ofNatural History,* **s. 214.**

339 “‘... bundan daha iyi bir özetini çıkaramazdı.”’ *Dictionary of National Biography,* **cilt 5, s. 528.**

339 ‘“...notlarım için ilk defterimi açalı bu yaz 20 yıl (!) olacak,’...” Desmond ve Moore, *Darwin,* **s. 454-55.**

339 “...‘bir işe yarayacak olsun ya da olmasın, çöpe atmak’...” Desmond ve Moore, *Darwin,* **s. 469.**

340 “... ‘bildirilerde yer alan her yeni görüşün yanlış olduğu ve doğru olanın eskisi olduğu’ ...” Alıntı: Gribbin ve Cherfas, *The First Chimpanzee,* **s. 150.**

340 “Darwin’in öncelik iddiasına bu kadar kolay boyun eğmeyenler de vardı: ...” Gould, *The Flamingo’s Smile,* **s. 336.**

340 “Kendinden ‘Şeytan’ın Vaizi’ diye bahsetti...” Cadbury, *Terrible Lizard,* **s. 305.**

340 “...‘bir cinayeti itiraf etmeye’ benzediğini ...” Alıntı: Desmond ve Moore, *Darwin,* **s. xvi.**

341 “‘Bu mesele şimdilik izahsız kalmak zorunda;...”’ Alıntı: Gould, *Wonderful Life,* **s. 57.**

341 “Açıklama olarak, özgün ama yanlış bir tahminle,... gibi bir görüş bildiriyordu.” Gould, *Ever Since Darwin,* **s. 126.**

341 "'Darwin çok ileri gidiyor,' ..." Alıntı: McPhee, *In Suspect Terrain,* **s. 190.**

341 "...çünkü o bir saltasyonist (sıçramacı),..." Schwartz, *Sudden Origins,* **s. 81-82.**

342 '"Gözün tasarımını aklıma getirdikçe sırtımdan soğuk soğuk terler boşanıyor hâlâ,' ..." Alıntı: Keller, *The Century of the Gene,* **s. 97.**

342 "...doğal seçmenin böyle bir organı aşamalı olarak üretebileceğini düşünmenin 'akıl almaz derecede saçma göründüğünü peşinen kabul etmeliyim'..." Darwin, *On the Origin of Species* **(tıpkıbasım), s. 217.**

342 "Sonunda da, ... 'zamanın doğa tarihçileri ve jeologları arasında artakalan yandaşlarının neredeyse bütün desteğini yitirdi."' Schwartz, *Sudden Origins,* **s. 89.**

343 "Yirmi bin kitaplık bir kütüphanesi ve köklü bir bilimsel araştırma geleneği vardı." Lewontin, *It Ain 't Necessarily So,* **s. 91.**

344 "Öte yandan Darwin'in de Focke'nin prestijli bildirisini incelemiş olduğu biliniyor." Ridley, *Genome,* **s. 44.**

344 "Huxley bu toplantıya katılmaya .. . Robert Chambers tarafından teşvik edilmişti,..." Trinkaus ve Shipman, *The Neandertals,* **s. 79.**

345 "...iki saatlik bir açılış konuşması yapmasını..." Clark, *The Survival of Charles Darwin,* **s. 142.**

346 "Deneylerinden birinde solucanlara piyano çalıyordu: ..." Conniff, *Spineless Wonders,* **s. 147**

346 "Öz yeğeniyle evli olan Darwin,..." Desmond ve Moore, *Darwin,* **s. 575.**

346 "Darwin hayatı boyunca sık sık onurlandırıldı,..." Clark, *The Survival of Charles Darwin,* **s. 148.**

346 "Darwin'in kuramı ancak 1930'larda ve 1940'larda ... geniş çapta kabul gördü." Tattersall ve Schwartz, *Extinct Humans,* **s. 45.**

346 “Neyse ki içlerinden biri ... Mendel’in fikirlerini kendine mal etmeye kalktı da,...” Schwartz, *Sudden Origins,* **s. 187.**

BÖLÜM 26: YAŞAMIN ÖZÜ

SAYFA

349 " .. .'kabaca her bin nükleotid bazdan biri'..." Sulston ve Ferry, *The Common Thread,* **s. 198.**

349 "(İstisnalar arasında alyuvarlar, bağışıklık sistemine ait bazı hücreler, yumurta ve sperm hücreleri vardır,...)" Woolfson, *Life Without Genes,* **s. 12.**

349 "...'akla gelebilecek her aksiliğe karşın eşsiz olacağı garantili'..." De Duve, *A Guided Tour of the Living Celi,* **cilt 2, s. 314.**

350 "...Yerküre'den Ay'a kadar uzanıp geri dönebilecek, üstelik bunu birkaç defa değil, defalarca yapabilecek uzunlukta..." Dennett, *Darwin 's Dangerous Idea,* **s. l 51.**

350 "...içinizde 20 milyon kilometre uzunluğunda sıkıştırılmış DNA taşıyor olabilirsiniz." Gribbin ve Gribbin, *Being Human,* **s. 8.**

350 "...'canlılar dünyasının en atıl, kimyasal açıdan en eylemsiz molekülleri arasındadır."' Lewontin, *It Ain 't Necessarily So,* **s. 142.**

350 "1869 kadar erken bir tarihte, ... keşfedilmişti." Ridley, *Genome,* **s. 48.**

350 "Anlaşılabildiği kadarıyla DNA'nın hiçbir iş yaptığı yoktu." Wallace etal., *Biology: The Science of Life,* **s. 211.**

351 "Gereken kompleksliğin çekirdekteki proteinlerde aranması gerektiği düşünülüyordu." De Duve, *A Guided Tour of the Living Celi,* **cilt 2, s. 295.**

352 "...New York'taki Columbia Üniversitesi'nin (kaçınılmaz olarak Sinek Odası diye ünlenen) küçük bir laboratuvarında çalışarak,..." Clark, *The Survival of Charles Darwin,* **s. 259.**

352 " ...'genlerin ne olduğu, gerçek mi yoksa tamamen hayal ürünü mü olduğu konusunda' ..." Keller, *The Century of the Gene,* **s. 2.**

352 "...düşünce ve bellek gibi zihinsel süreçler konusunda bugün bizler de aşağı yukarı aynı konumdayız." Wallace et al., *Biology: The*

Science of Life, **s. 211.**

353 “...Erwin Chargaffın ... öne sürdüğü gibi, Avery’nin keşfi iki Nobel Ödülü değerindeydi.” Maddox, *RosalindFranklin,* **s. 327.**

353 “Stockholm’deki Karolinska Enstitüsü’nün otoriteleri arasında lobi yaparak

Avery’ye Nobel Ödülü verilmesini engellemeye çalıştığı bile söylenir.” White, *Rivals,* **s. 251.**

354 “Watson daha çocukken *The Quiz Kids* **adlı son derece popüler bir radyo programında sivrilmişti.” Judson,** *The Eighth Day of Creation,* **s. 46.**

354 “... ‘Kimya öğrenmeme gerek kalmadan geni çözebileceğimiz umudunu taşıyordum.”’ Watson, *The Double Helix,* **s. 28.**

354 “sonuçlan ... ‘şans eseri’ alınan...” Jardine, *Ingenious Pursuits,* **s. 356.**

355 “...onu son derece ağır bir dille yererek,...” Watson, *The Double Helix,* **s. 26.**

355 “...‘gereksizce rencide edici’...” Jardine, *Ingenious Pursuits,* **s.354.**

355 “1952 yazında okulun fizik bölümündeki panoya asılsız bir not bırakarak Wilkins’ın yüreğine herhalde büyük bir korku ve utanç saldı:... ” White, *Rivals,* **s. 257; Maddox,** *RosalindFranklin,* **s. 185.**

356 “...‘belli ki kendisinin bilgisi ya da rızası olmadan’...” PBS web sitesi, “A Science Odyssey,” tarihsiz.

356 “Nitekim yıllar sonra Watson da ‘Bulmacayı bu sayede çözdük ... bizi harekete geçirdi,’ diyerek...” Alıntı: Maddox, *Rosalind Franklin,* **s. 317.**

356 “...Watson ile Crick tarafından yazılan, ‘A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid’ (Deoksiriboz Nükleik Asidin Yapısı Üzerine) başlıklı 900 kelimelik bir makale içeriyordu.” De Duve, *A Guided Tour of the Living Celi,* **cilt 2, s. 290.**

357 “Sadece *News Chronicle'da* **kısacık bir haberle geçiştirildi ve başka herkesçe görmezden gelindi.” Ridley,** *Genome,* **s. 50.**

357 “...onun nadiren çelik önlük taktığını ve ışınların önüne sık sık dikkatsizce atladığını...” Maddox, *Rosalind Franklin,* **s. 144.**

357 “‘DNA modelimizin oldukça makul olmaktan çıkıp, çok makul bulunur hale gelmesi, ... yirmi beş yılı aşkın vakit aldı.”’ Crick, *What Mad Pursuit,* **s. 74.**

357 “...1968’e gelindiğinde *Science* **dergisi bir makalesine ‘Moleküler Biyoloji Buraya Kadar’ anlamında bir başlık atarak...” Keller,** *The Century of the Gene,* **s. 25.**

357 “Bu bakımdan bir piyanonun tuşlarını andırırlar: Her biri tek bir notadan başka hiçbir şey çalamaz.” *National Geographic,* **“Secrets of the Gene,” Ekim 1995, s. 55.**

358 “Guanin mesela, guano diye adlandırılan kuş gübresinde bolca bulunan ve ona adını veren maddedir.” Pollack, *Signs of Life,* **s. 23.**

359 “...‘tüm insanların hiçbir ortak yönleri bulunmadığını da söyleyebilir ve sonuna kadar haklı olursunuz.’” *Discover,* **“Bad Genes, Good Drugs,” Nisan 2002, s. 54.**

359 “...‘saf ve basit bir sebebe dayalı: kendi kendilerini kopyalamaktaki başarılarına.”’ Ridley, *Genome,* s. 127.

359 “Boş DNA’nın da bir kullanımı vardır.” *National Geographic,* ‘The New Science of Identity,’ Mayıs 1992, s. 118.

360 “Anlayabildiğimiz kadarıyla, insan genlerinin neredeyse yansı kendi kendini kopyalamak dışında hiçbir şey yapmaz.” Woolfson, *Life Without Genes,* s. 18.

360 ‘“İmparatorluklar çöker, idler patlar, büyük senfoniler yazılır ve hepsinin arkasında, doyurulmak isteyen tek bir içgüdü vardır.”’ Nuland, *How We Live,* s. 158.

360 “500 milyon yıldır tek bir ortak ata paylaşmamış iki yaratık,... ” BBC *Horizon,* “Hopeful Monsters,” ilk transkripsiyon tarihi: 1998.

360 “En az yüzde 90’ı, fare genleriyle bir düzeyde ilişkilidir ” *Nature,* “Sorry, Dogs-Man’s Got a New Best Friend,” 19-26 Aralık 2002, s. 734.

360 “(Yani kuyruk yapımı için gereken genlerin bile aynısına sahibiz aslında.)” *Los Angeles Times (Valley News'da* tekrar yayınlandı), 9 Aralık 2002.

361 “...homeotik (‘benzer’ manasındaki Yunanca sözcükten gelir) ya da hox genleri diye adlandırılan...” BBC *Horizon,* “Hopeful Monsters,” ilk transkripsiyon tarihi: 1998.

361 “Bizim kırk altı kromozomumuz vardır, halbuki bazı eğreltiotlan altı yüzden fazla kromozoma sahiptir.” Gribbin ve Cherfas, *The First Chimpanzee,* s. 53.

361 “Tüm kompleks hayvanların en az evrim geçirmişlerinden biri olan akciğerli balığın sahip olduğu DNA miktarı bizimkinin kırk mislidir.” Schopf, *Cradle of Life,* s. 240.

361 “Biyo-belirlenimciliğe olan bu inancın belki de doruk (ya da dip) noktası, l 980’de Science dergisinde yayınlanan ... bir araştırma oldu.” Lewontin, *It Ain ’t Necessarily So,* s. 215.

362 “Bir adamın sakalının uzama hızı mesela, adamın seksi ne kadar düşündüğüyle kısmen alakalı.” *Wall Street Journal,* “What Distinguishes Us from the Chimps? Actually, Not Much,” 12 Nisan 2002, s. 1.

363 “...‘proteom genomdan çok daha karmaşıktır.”’ *Scientific American,* “Move Over, Human Genome,” Nisan 2002, s. 44-45.

363 “Keyiflerine ve metabolik koşullara bağlı olarak, fosfat, glikoz, asetil, ubikuitin, farnesil, veya sülfat gruplarıyla birleşir. ..” *The Bulletin,* “The Human Enigma Code,” 21 Ağustos 2001, s. 32.

363 “İçtiğiniz bir bardak şarap dahi ... sisteminizdeki protein sayısını ve çeşitlerini önemli ölçüde değiştirmeye yeter.” *Scientific American,* “Move

Over, Humaıı Genome,” Nisan 2002, s. 44-45.

363 *“[l]E. coli* **bakterisi için geçerli olan her şey filler için de geçerli olmalı, hatta daha da geçerli.”’** *Nature,* **“From E. coli to Elephants,” 2 Mayıs 2002, s. 22.**

BÖLÜM 27: BUZ DEVRİ

SAYFA

367 "Londra'da, *The Times,* **olaydan yedi ay sonra küçük bir öykü ... yayınladı." Williams ve Montaigne,** *Surviving Galeras,* **s. 198.**

367 "Bahar hiç gelmedi, yazın hava hiç ısınmadı:..." Officer ve Page, *Tales of the Earth,* **s. 3-6.**

368 "...de Luc adında Fransız bir doğabilimci,..." Hallam, *Great Geological Controversies,* **s. 89.**

368 "...oralardan buz katmanları geçtiğini gösteren başka bir sürü ipucunu..." Hallam, *Great Geological Controversies,* **s. 90.**

369 "Doğabilimci Jean de Charpentier, kendisi tarafından nakledildiği üzere,..." Hallam, *Great Geological Controversies,* **s. 90.**

369 "Schimper notlarını Agassiz'ye ödünç verdi." Hallam, *Great Geological Controversies,* **s. 92-93.**

369 "...Alexander von Humboldt bilimsel keşfin üç aşamalı olduğunu gözlemlerken,..." Ferris, *The Whole Shebang,* **s. 173.**

369 "Buzullaşmanın dinamiğini anlamak için gidilebilecek her yere gitti:... " McPhee, *In Suspect Terrain,* **s. 182.**

370 "Bir Cambridge profesörü ve Jeoloji Derneği'nin ileri gelen üyelerinden biri olan William Hopkins..." Hallam, *Great Geological Controversies,* **s. 98.**

3 71 "Ekvator civarı dahil hemen her yerde buzullara alamet eden kanıtlar bulmaya başlamıştı." Hallam, *Great Geological Controversies,* **s. 99.**

371 "Sonunda buzulların bir zamanlar Yerküre'nin tamamını kaplayarak. .." Gould, *Time 's Arrow,* **s. 115.**

371 "1873'te öldüğü zaman Harvard onun yerine bir değil, üç profesör atamaya ihtiyaç duydu." McPhee, *In Suspect Terrain,* **s. 197.**

371 "Ölümünün üstünden on yıl bile geçmeden,... " McPhee, *In Suspect Terrain,* **s. 197.**

372 “İzleyen yirmi yıl süresince, tatil günlerinde bile hiç ara vermeden,...” Gribbin ve Gribbin, *Ice Age,* **s. 51.**

373 “Köppen, buzul çağlarına yol açan sebebin sert geçen kışlardan çok, serin geçen yazlarda aranması gerektiğine karar verdi.” Chorlton, *Ice Ages,* **s. 101.**

373 “‘Buz katmanlarının oluşum sebebi ille de yağan karın *miktarı* **değil, miktarı ne kadar az olursa olsun karın yağdığı yerde kaldığı gerçeğidir.”’ Schultz,** *Ice Age Lost,* **s. 72.**

373 “‘Kendi kendini büyütücü nitelikte, durdurulamaz bir süreçtir bu...”’ McPhee, *In Suspect Terrain,* **s. 205.**

373 “ ...‘bu modele tarihsel bir antikalıktan öte değer veren jeolog ya da meteorologlar bulmakta çok zorlanırdınız. ”’ Gribbin ve Gribbin, *Ice Age,* **s. 60.**

374 “Gerçek şu ki, bugün halen bir buzul çağı yaşadığımız söylenebilir.” Schultz, *Ice Age Lost,* **s. 5.**

374 “...Yerküre tarihinde eşi benzeri görülmemiş bir durum olabilir bu.” Gribbin ve Gribbin, *Fire on Earth,* **s. 147.**

374 “Ama görünüşe bakılırsa aşağı yukarı son 2,5 milyon yıldır ... en az on yedi ağır buzul dönemi geçirmişiz.” Flannery, *The Eternal Frontier,* **s. 148.**

375 “...elli buzul dönemi daha geçirmemiz beklenebilir.” McPhee, *In Suspect Terrain,* **s. 4.**

375 “Elli milyon yıl öncesine kadar, Yerküre düzenli olarak buzul çağları geçirmezdi,...” Stevens, *The Change in the Weather,* **s. 10.**

375 “...Kriyojeniyen ya da Süper Buzul Çağı...” McGuire, *A Guide to the End of the World,* **s. 69.**

375 “Gezegen yüzeyinin belki de tamamı buz kesti.” *Valley News (Washington* **Post’tan), “The Snowball Theory,” 19 Haziran 2000, s. Cl.**

376 “ ...tarihinin belki de en sert hava koşullarına sahne oldu.” BBC *Horizon* **belgeseli “Snowball Earth”ün transkripsiyonu, 22 Şubat 2001, s. 7.**

377 “...bilimin Genç Dryas olarak tanımladığı olayla birlikte,...” Stevens, *The Change in the Weather,* **s. 34.**

378 “... ‘yapmak isteyeceğiniz son şey, onun üzerinde büyük ve denetimsiz bir deneye kalkışmaktır.”’ *New Yorker,* **“Ice Memory,” 7 Ocak 2002, s. 36.**

378 “Bu görüşe göre, havadaki hafif bir ısınma buharlaşma oranlarını yükselterek. ..” Schultz, *Ice Age Lost,* **s. 72.**

378 “Son dinozor nesillerinin bilinen bazı türleri de az acayip değildir.” Drury, *Stepping Stones,* **s. 268.**

378 “O zamanlar konumu itibariyle kutba daha yakın olan Avustralya’daysa, kaçıp ılıman iklimlere sığınma olanağı yoktu.” Thomas H. Rich, Patricia Vickers-Rich, ve Roland Gangloff, “Polar Dinosaurs,” yayınlanmamış metin.

378 “...yeryüzünde onlara kaynaklık edebilecek su miktarı çok daha fazla artık.” Schultz, *Ice Age Lost,* **s. 159.**

379 “Böyle bir şey olursa, deniz seviyeleri ortalama 4,5 ila 6 metrelik, küresel

ve hayli hızlı bir yükseliş gösterir.” Ball, *H_2Ü,* **s. 75.**

379 ‘“Buzul çağın iyi geçti mi?”’ Flannery, *The Eternal Frontier,* **s. 267.**

BÖLÜM 28: ESRARENGİZ İKİAYAKLI

SAYFA

380 “1887 Noel’inden hemen önce,...” *National Geographic,* **Mayıs 1997, s. 87.**

380 “...Cro-Magnon denilen sarp kayalıklardaki bir mağarada demiryolu işçileri tarafından kısa süre önce bulunan...” Tattersall ve Schwartz, *Extinct Humans,* **s. 149.**

381 “ilk resmi tanımı...” Trinkaus ve Shipman, *The Neandertals,* **s. 173.**

381 “Böylece ilk insan fosillerinin keşfedildiği yer olma şerefi, Almanya’daki Neander Vadisi’ne nasip oldu:...” Trinkaus ve Shipman, *The Neandertals,* **s. 3-6.**

381 “Ingiltere’de bunu duyan T. H. Huxley, söz konusu askerin...” Trinkaus ve Shipman, *The Neandertals,* **s. 59.**

381 “Kazılan kendisi yapmıyor, Hollanda otoritelerinden ödünç aldığı elli mahkûm kullanıyordu.” Gould, *Eight Little Piggies,* **s. 126-27.**

382 “Aslına bakarsanız birçok antropolog onu *hâlâ* **modem bulur ve Cava İnsanı’yla hiç alakası olmadığını düşünür.” Walker ve Shipman,** *The Wisdom of the Bones,* **s. 47.**

382 “Bu kemik gerçekten de bir *erectus* **kemiğiyse bile, o zamandan bu yana bulunmuş başka hiçbir** *erectus* **kemiğine benzemez.” Trinkaus ve Shipman,** *The Neandertals,* **s. 144.**

382 “Ayrıca, elinde bir parça kafatası ve bir dişten başka hiçbir şey olmadığı halde, iskeletin tamamının bir modelini üretti.” Trinkaus ve Shipman, *The Neandertals,* **s. 154.**

382 “Ama Dubois’yı şaşkına çeviren bir gelişmeyle, Schwalbe’nin bu konuda yazdığı monografi...” Walker ve Shipman, *The Wisdom of the Bones,* **s. 50.**

382 “Dart, Taung kafatasının Dubois’nın Cava insanı gibi *Homo erectus'a* **değil, daha eski, daha maymunumsu bir yaratığa ait olduğunu bir bakışta anladı.” Walker ve Shipman,** *The Wisdom of the Bones,* **s. 90.**

383 “...cesetlerini sonradan çıkarıp inceleyebilmek için onları bazen arka bahçesine gömdüğü olurdu.” Trinkaus ve Shipman, *The Neandertals,* **s. 233.**

383 “Dart bir monografi hazırlamak için beş sene uğraştı, fakat kimseyi onu yayınlamaya razı edemedi.” Lewin, *Bones of Contention,* **s. 82.**

383 “...kafatası, yıllarca bir meslektaşın masasında kâğıt ağırlığı olarak durdu.” Walker ve Shipman, *The Wisdom of the Bones,* **s. 93.**

384 "...ama Black yine de tek bir fosilleşmiş azıdişi bulmayı başardı ve sırf buna dayanarak, çok geçmeden Pekin İnsanı diye anılmaya başlanacak olan *Sinanthropus pekinensis'm* **keşfini cümle âleme ilan etti." Swisher, et al.,** *Java Man,* **s. 75.**

384 "...ama yerlilerin gelirlerini çoğaltmak için iri parçaları kırıp küçük parçalara bölmekte olduklarını dehşetle fark ettiğinde iş işten geçmişti." Swisher et al., *Java Man,* **s. 77.**

384 "Solo İnsanları mesela, aynı zamanda *Homo soloensis, Homo primigenius asiaticus,* **... olarak tanınıyordu." Swisher, et al.,** *Java Man,* **s. 211.**

384 "...1960'ta Chicago Üniversitesi'nden F. Clark Howell, önceki onyılda bu konuda fikir beyan etmiş olan Ernst Mayr'ın ve diğerlerinin izinden giderek,..." Trinkaus ve Shipman, *The Neandertals,* **s. 267-68.**

385 "Oysa insanın tarihöncesi hakkında anlayabildiklerimizin tamamı, bu birkaç milyar varlıktan belki en fazla beş bin tanesinin çoğunlukla un ufak olmuş kalıntılarına dayanıyor." *Washington Post,* **"Skull Raises Doubts About Our Ancestry," 22 Mart 2001.**

385 "'...elimizdeki kalıntıların tamamını bir pikap kamyonetin arkasına sığdırabilirdiniz,'..." lan Tattersall röportajı, Amerikan Doğa Tarihi Müzesi, New York, 6 Mayıs 2002.

386 "...ilk el aletlerinin çoğunlukla antiloplarca yapılmış olduğu sonucuna varmak zorunda kalırsınız." Walker ve Shipman, *The Wisdom of the Bones,* **s. 82.**

387 "...erkeklerin ve dişilerin farklı hızlarla ve farklı istikametlerde evrimleştiğini gösterirler:..." Walker ve Shipman, *The Wisdom of the Bones,* **s. 133.**

387 "...onu 'çöp sepeti tür' diye yabana atarak,... " Tattersall ve Schwartz, *Extinct Humans,* **s. 111.**

387 "'Yeni kanıtlara dair ilk yorumların çoğu zaman bulucusunun önyargılarını doğrular nitelikte olması fevkalade ilginçtir."' Alıntı: Gribbin ve Cherfas, *The First Chimpanzee,* **s. 60.**

387 "'Bütün bilimsel disiplinler arasında belki de en ego tatmin edici olanı paleoantropolojidir,'..." Swisher et al., *Java Man,* **s. 17.**

387 "'Hiç beklenmedik anlarda sesini yükselterek kişisel hakaretlerle insanlara sataşır,. ..."' Swisher et al., *Java Man,* **s. 140.**

388 "Organizmalar olarak tarihimizin ilk yüzde 99,99999'u süresince, şempanzelerle aynı soyu paylaştık." Tattersall, *The Human Odyssey,* **s. 60.**

388 "...'O bizim en yaşlı atamızdır, maymunla insan arasındaki eksik halkadır,'..." PBS *Nova,* **3 Haziran 1997, "In Search of Human Origins."**

389 "Johanson onu neşeyle yanıtlayarak, el ve ayaklardaki 106 kemiği hesaba katmadığını söyler." Walker ve Shipman, *The Wisdom of the Bones,* **s. 181.**

390 "'Lucy'nin ve soydaşlarının, hareket kabiliyeti açısından modem insanlarla alakası yoktu,'..." Tattersall, *The Monkey in the Mirror,* **s. 89.**

390 "'Bu insansılar ancak ağaçlı habitatlar arasında gidip gelmek zorunda kaldıkları zaman gayri ihtiyari olarak iki ayak üzerinde yürüyorlardı,...'" Tattersall ve Schwartz, *Extinct Humans,* **s. 91.**

390 "'Lucy'nin kalçaları ve leğen kemiğinin adale düzeni,' diye yazmıştır,..." *National Geographic,* **"Face-to-Face with Lucy's Family," Mart 1996, s. 114.**

390 "...Meave Leakey tarafından Kenya'nın Turkana Gölü yakınlarında keşfedilip, *Kenyanthropus platyops* **("Kenyalı yassı-surat") diye adlandırılan bir tanesi,..."** *New Scientist,* **24 Mart 2001, s. 5.**

391 "...bulunan en yaşlı insansı unvanını kısa süreliğine de olsa elinde bulunduran..." *Nature,* **"Retum to the Planet of the Apes," 12 Temmuz**

2001, s. 131.

391 "...Çad'ın Djourab Çölü'nde çalışan bir Fransız ekibi, yaklaşık 7 milyon yıllık bir insansıyı gün ışığına çıkarttı..." *Scientijıc American,*

“An Ancestor to Call Our Own,” Ocak 2003, s. 54-63.

391 “(Bazı eleştirmenler onun insan değil, bir erken maymun olduğuna ... inanır.)” *Nature,* **“Face to Face with Our Past,” 19-26 Aralık 2002, s. 735.**

391 “...ama eğer portakal büyüklüğünde bir beyni olan, küçük, savunmasız bir *Australopithecus'sanız,* **muazzam bir risk altındasınız demektir.” Stevens,** *The Change in the Weather,* **s. 3; Drury,** *Stepping Stones,* **s. 335-36.**

391 “Beynin mutlak büyüklüğü...” Gould, *Ever Since Darwin,* **s. 181-83.**

392 “...‘ormanlar onları terk etti.”’ Gribbin ve Gribbin, *Being Human,* **s. 135.**

392 “Üç milyon yılı aşkın bir süre boyunca, Lucy ve soydaş *Australopithecus'la* **n**

hemen hiç değişmediler.” PBS *Nova,* **“In Search of Human Origins,” ilk yayın tarihi: Ağustos 1999.**

392 “Ama *Australopithecus’lar* **burunlarının dibindeki bu yararlı teknolojiden hiç yararlanmadılar.” Drury,** *Stepping Stones,* **s. 338.**

392 “‘Belki de,’ diye öneriyor Matt Ridley, ‘onları biz yemişizdir.”’ Ridley, *Genome,* **s. 33.**

393 “Vücut kütlesinin yalnızca yüzde 2’sini oluşturur, ama enerjisinin yüzde 20’sini bir çırpıda tüketirler.” Drury, *Stepping Stones,* **s. 345.**

393 “‘Vücut açgözlü bir beyin tarafından tüketilme tehlikesiyle her an karşı karşıyadır,...”’ Brown, *The Energy of Life,* **s. 216.**

393 “...C. Loring Brace’in *The Stages of Evolution* **(Evrimin Evreleri) adlı popüler ders kitabı aynı istikamette bir görüşe inatla bağlı kalarak,...” Gould,** *Leonardo ’s Mountain of Clams and the Diet ofWorms,* **s. 204.**

394 *“...Homo erectus* **bir ayrım noktasıdır: ...” Swisher et al.,** *Java Man,* **s. 131.**

394 “1,54 milyon yıl önce ölmüş, dokuz ila on iki yaşlarında bir erkek

çocuğuydu bu.” *National Geographic,* **Mayıs 1997, s. 90.**

394 “Turkana Çocuğu’nun ‘bizden biri olduğu apaçık ortadaydı.”’ Tattersall, *The Monkey in the Mirror,* **s. 105.**

395 “Demek ki biri ona bakmıştı.” Walker ve Shipman, *The Wisdom of the Bones,* **s. 165.**

395 “Eşi görülmemiş derecede cesurdu ve nefes kesici olduğu anlaşılan bir hızla yerkürenin dört bir yanına yayıldı.” *Scientific American,* **“Food for Thought,” Aralık 2002, s. 108-15.**

396 “...‘yakın akrabası olan başka hiçbir şeyle karşılaştırılamazdı, çünkü hangi parçalarının karşılaştırılabileceği bilinmiyordu!”’ Tattersall ve Schwartz, *Extinct Humans,* **s. 132.**

396 “Tattersall ile Schwartz ise bunu yeterli bulmayıp, daha da ileri giderler.” Tattersall ve Schwartz, *Extinct Humans,* **s. 169.**

BÖLÜM 29: YERİNDE DURAMAYAN MAYMUN

SAYFA

397 “‘Binlerce el baltası yapıyorlardı,’...” lan Tattersall, yazarla röportaj, Amerikan Doğa Tarihi Müzesi, New York, 6 Mayıs 2002.

399 “...‘insanların bu kıtaya ilk kez 60.000 yıl öncesinden çok daha erken bir tarihte gelmiş olabileceklerini’...” *Proceedings of the National Academy of Sciences,* **16 Ocak 2001.**

399 “‘Kayıtlı tarih öncesinde yaşamış insanların yeryüzündeki hareketleri hakkında bilmediğimiz o kadar çok şey var ki...”’ Alan Thome, yazarla röportaj, Canberra, 20 Ağustos 2001.

400 “...‘ kendi türümüzün ortaya çıkışı, insanın evrimini şekillendiren olayların en yakın tarihlisi olduğu halde, belki de en karanlıkta kalanıdır.’” Tattersall, *The Human Odyssey,* **s. 150.**

400 “...‘içlerinden herhangi birinin ya da hepsinin türümüzü temsil edip etmediği, hâlâ açıklığa kavuşturulmayı bekleyen bir

husustur."' Tattersall ve Schwartz, *Extinct Humans,* **s. 226.**

401 "...'tuhaf, sınıflandırılması zor ve az tanınan' ..." Trinkaus ve Shipman, *The Neandertals,* **s. 412.**

401 "Kuzey Afrika'da hiç Neandertal kalıntısına rastlanmamıştır, ama aletleri

her yerde karşımıza çıkar." Tattersall ve Schwartz, *Extinct Humans,* **s. 209.**

401 "...paleoklimatolojide Boutellier aralığı diye bilinen..." Fagan, *The Great Journey,* **s. 105.**

402 "...soylarını en az **yüz bin yıl, belki bunun iki katı süreyle devam ettirdiler." Tattersall ve Schwartz,** *Extinct Humans,* **s. 204.**

402 "1947'de, Camille Arambourg adında Fransız-Cezayirli bir paleontolog Büyük Sahra'da saha araştırması yaparken,..." Trinkaus ve Shipman, *The Neandertals,* **s. 300.**

402 "Genel görüş hâlâ, Neandertal'lerin kıtaya yeni gelen ince yapılı ve beyinsel açıdan daha uyanık *Homo sapiens'lerle* **eşit şartlarda yarışabilmek için gereken zekâdan ya da karakterden yoksun olduğu yönündedir."** *Nature,* **"Those Elusive Neanderthals," 25 Ekim 2001, s. 791.**

402 "Modern insanlar bu avantajı ... daha iyi giyinerek, daha iyi ateşler yakarak ve daha iyi sığınaklar yaparak nötrleştirdiler;..." Stevens, *The Change in the Weather,* **s. 30.**

402 "...Neandertal'in 1,8 litrelik beynine karşılık, modern insanın 1,4 litre hacminde bir beyni vardır." Flannery, *The Future Eaters,* **s. 301.**

403 '"Rodezyalı adam ... 25.000 yıl öncesi kadar yakın bir tarihte yaşadı. Afrika Zencilerinin atalarından biri olabilir."' Canby, *The Epic of Man,* **sayfa belirtilmemiş.**

404 "'Bir katırın mesela, ön tarafı eşeğe, arka tarafı ata benzemez."' *Science,* **"What-or Who-Did In the Neandertals?" 14 Eylül 2001, s. 1981.**

405 “...‘günümüzde yaşayan tüm insanların bu nüfustan türediğini’...” Swisher et al., *Java Man,* **s. 189.**

405 “Ama sonra, insanlar verilere biraz daha dikkatli bakmaya başladılar.” *Scientific American,* **“Is Out of Africa Going Out the Door?” Ağustos**

1999.

405 “ ...l997’de Münih Üniversitesi’nin bilim adamları, orijinal Neandertal insanı’nın kol kemiğinden DNA çıkarıp analiz etmeyi başardılar.” *Proceedings of the National Academy of Sciences,* **“Ancient DNA and the Origin of Modern Humans,” 16 Ocak 2001.**

405 “Bu çalışma, modern insanların son 100.000 yıl içinde Afrika’dan yayıldıklarını ve en fazla 10.000 bireylik bir kurucu nüfustan türediklerini düşündürüyordu.” *Nature,* **“A Start for Population Genomics,” 7 Aralık**

2000, s. 65; *Natural Histoıy,* **“What’s New in Prehistory,” Mayıs 2000, s. 90-91.**

406 “...’elli beş şempanzelik bir sosyal grupta, insan nüfusunun tamamında olduğundan daha çok çeşitlilik vardır’ *...” Science,* **“A Glimpse ofHumans’**

First Journey Out of Africa,” 12 Mayıs 2000, s. 950.

406 “2001 başlarında, Thome ve Avustralya Ulusal Üniversitesi’nden meslektaşları, en eski ... Mungo örneklerinden DNA elde ettiklerini...” *Proceedings of the National Academy of Sciences,* **“Mitochondrial DNA Sequences in Ancient Australians: Implications for Modem Human Origins,” 16 Ocak 2001.**

407 ‘“Genelde ... genetik kayıtlar Afrika’dan çıkış hipotezini destekler.”’ Rosalind Harding röportajı, Biyolojik Antropoloji Enstitüsü, 28 Şubat 2002.

408 “...paleontologun biri, kendisine eski bir kafatasının verniklenmiş olup olmadığı konusunda fikrini soran meslektaşını,

kafatasının tepesini yaladıktan sonra vernikli olduğunu söyleyerek yanıtlamıştı.” *Nature,* **27 Eylül 2001, s. 359.**

409 “... insanın evrimine olan yoğun ilgimi bildiklerinden, programa bir de Olorgesailie gezisi sıkıştırmışlardı.” Küçük bir not: Bu yerin, Kenya’daki resmi bazı evraklar dahil pek çok kaynakta *Olorgasailie* **olarak geçtiğine de rastlanır. Kenya seyahatim hakkında CARE için yazdığım küçük kitapta bu yazım şeklini kullanmıştım. Doğru yazım şeklinin Olorgesailie olduğunu sonradan lan Tattersall’dan öğrendim.**

BÖLÜM 30: HOŞÇA KALIN

SAYFA

412 “...‘bilim adamı olmayan gezginler tarafından kabaca yapılmış bir avuç tanımdan, üç dört yağlıboya resimden ve bölük pörçük birkaç kemikli parçadan’ ibaret.” Alıntı: Gould, *Leonardo ’s Mountain of Clams and the Diet ofWorms,* **s. 237-38.**

413 “Avustralya’nın kaybıysa, ... yüzde 95’ten az olmadı.” Flannery ve Schouten, *A Gap in Nature,* **s. xv.**

413 ‘“Tehlikeli hayvanları gereğinden sık avlamanın hiçbir maddi yararı yoktur. Avlayacağınız hayvan sayısı ancak yiyebileceğiniz kadardır.’” *New Scientist* **“Mammoth Mystery,” 5 Mayıs 2001, s. 34.**

413 “Günümüzde yeryüzünde yaşamakta olan cüsseli ... kara hayvanlarının sayısı dördü geçmez:...” Flannery, *The Eternal Frontier,* **s. 195.**

413 “... insanların sebep olduğu nesil tükenişleri günümüzde bu düzeyin

120.000 misli bir hızla sürüyor olabilir.” Leakey ve Lewin, *The Sixth Extinction,* **s. 241.**

415 “Küratör adaya doğru derhal yola koyuldu, ama oraya varana kadar kedi bütün kuşları öldürmüştü.” Flannery, *The Future Eaters,* **s. 62-63.**

415 "'Her kurşun yağmurundan sonra..."' Alıntı: Matthiessen, *Wildlife in America,* **s. 114-115.**

415 "Çünkü hayvanat bahçesi onu kaybetti." Flannery ve Schouten, *A Gap in Nature,* **s. 125.**

416 "...(her defasında dört yüz kadar)..." Gould, *The Book of Life,* **s. 79.**

416 "Cuming koleksiyonculuğu öyle güçlü bir takıntı haline getirmişti ki, okyanus yolculuğuna elverişli büyük bir gemi yaptırmış ve bu gemiyle durup dinlenmeden dünyayı dolaşacak bir tayfa tutmuştu." Desmond ve Moore, *Darwin,* **s. 342.**

416 "Yalıtılmışlık içinde geçen milyonlarca yıl,..." *National Geographic,* **"On the Brink: Hawaii's Vanishing Species," Eylül 1995, s. 2-37.**

416 "Hawaii'de çok yaygın olan bir familyanın zararsız üyelerinden büyük koa ispinozu,..." Flannery ve Schouten, *A Gap in Nature,* **s. 84.**

417 "O kadar nadide bir türdü ki, yeryüzünde şimdiye dek tek bir örneği görülmüş,... " Flannery ve Schouten, *A Gap in Nature,* **s. 76.**

418 "1990'ların başlarına gelindiğinde, bu sayıyı haftada 600 küsura çıkarmıştı." Easterbrook, *A Moment on the Earth,* **s. 558.**

418 "...'aslından düşük' kaldığına kesin gözüyle bakılabileceğini..." *Washington Post, (Valley News,* **"Report Finds Growing Biodiversity Threat," 27 Kasım 1995).**

418 "'Tek gezegen, tek deney.'" Wilson, *The Diversity of Life,* **s. 182.**

KAYNAKÇA

Aczel, Amir D. *God's Equation: Einstein, Relativity, and the Expanding Universe.* New York: Delta/Random House, 1999.

Alberts, Bruce, et al. *Essential Celi Biology: An Introduction to the Molecular Biology of the Celi.* New York ve Londra: Garland Publishing, 1998.

Allen, Oliver E. *Atmosphere.* Alexandria, Va.: Time-Life Books, 1983.

Alvarez, Walter. T. *Rex and the Crater of Doom.* Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1997.

Annan, Noel. *The Dons: Mentors, Eccentrics and Geniuses.* Londra: HarperCollins, 2000.

Ashcroft, Frances. *Life at the Extremes: The Science of Survival.* Londra: HarperCollins, 2000.

Asimov, Isaac. *The History of Physics.* New York: Walker & Co., 1966.

-. *Exploring the Earth and the Cosmos: The Growth and Future of Human*

***Knowledge.* Londra: Penguin Books, 1984.**

-. *Atom: Journey Across the Subatomic Cosmos.* New York: Truman

Talley/Dutton, 1991.

Atkins, P. W. *The SecondLaw.* New York: *Scientific American,* 1984.

-. *Molecules.* New York: *Scientific American,* 1987.

-. *The Periodic Kingdom.* New York: Basic Books, 1995.

Attenborough, David. *Life on Earth: A Natural History.* Boston: Little, Brown & Co., 1979.

-. *The Living Planet: A Portrait of the Earth.* Boston: Little, Brown & Co., 1984.

-. *The Private Life of Plants: A Natural History of Plant Behavior.* Princeton,

N.J.: Princeton University Press, 1995.

Baeyer, Hans Christian von. *Taming the Atom: The Emergence of the Visible Microworld.* New York: Random House, 1992.

Bakker, Robert T. ***The Dinosaur Heresies: New Theories Unlocking the Mystery of the Dinosaurs and Their Extinction.*** **New York: William Morrow, 1986.**

Ball, Philip. ***H_20: A Biography of Water.*** **Londra: Phoenix/Orion, 1999.**

Ballard, Robert D. *The Eternal Darkness: A Personal History of Deep-Sea Exploration.* **Princeton, N.J.: Princeton University Press, 2000.**

Barber, Lynn. *The Heyday ofNatural History:* **1820-1870. Garden City, N.Y.: Doubleday, 1980.**

Barry, Roger G. ve Richard J. Chorley. *Atmosphere, Weather and Climate,* **7th ed. Londra: Routledge, 1998.**

Biddle, Wayne. *A Field Guide to the Invisible.* **New York: Henry Holt & Co., 1998.**

Bodanis, David. *The Body Book.* **Londra: Little, Brown & Co., 1984.**

-. *The Secret House: Twenty-Four Hours in the Strange and Unexpected*

World in Which We Spend Our Nights and Days. **New York: Simon and Schuster, 1984.**

-. *The Secret Family: Twenty-Four Hours inside the Mysterious World of*

Our Minds and Bodies. **New York: Simon and Schuster, 1997.**

-. *$E = mc^2$: A Biography of the World's Most Famous Equation.* **Londra:**

Macmillan, 2000.

Bolles, Edmund Blair. *The lce Finders: How a Poet, a Professor and a Politician Discovered the lce Age.* **Washington, D.C.: Counterpoint/Perseus, 1999.**

Boorse, Henry A., Lloyd Motz ve Jefferson Hane Weaver. *The Atomic Scientists: A Biographical History.* **New York: John Wiley and Sons, 1989.**

Boorstin, Daniel J. *The Discoverers.* **Londra: Penguin Books, 1986.**

-. *Cleopatra 's Nose: Essays on the Unexpected.* **New York: Random House,**

1994.

Bracegirdle, Brian. *A History of Microtechnique: The Evolutior; of the Microtome and the Development ofTissue Preparation.* **Londra: Heinemann,**

1978.

Breen, Michael. *The Koreans: Who They Are, What They Want, Where Their Future Lies.* **New York: St Martin's Press, 1998.**

Broad, William J. *The Universe Below: Discovering the Secrets of the Deep Sea.* **New York: Simon and Schuster, 1997.**

Brock, William H. *The Norton History of Chemistry.* **New York: W. W. Norton & Co., 1993. Brockman, John ve Katinka Matson, ed.** *How Things Are: A Science Tool-Kitfor the Mind.* **New York: William Morrow, 1995.**

Brookes, Martin. *Fly: The Unsung Hero of Twentieth-Century Science.* **Londra: Phoenix, 2002.**

Brown, Guy. *The Energy of Life.* **Londra: Flamingo/HarperCollins, 2000.**

Browne, Janet. *Charles Darwin: A Biography.* **Cilt 1. New York: Alfred A. Knopf, 1995.**

Burenhult, Göran, ed. *The First Americans: Human Origins and History to*

10,000 *B.C.* **San Francisco: HarperCollins, 1993.**

Cadbury, Deborah. *Terrible Lizard: The First Dinosaur Hunters and the Birth of a New Science.* **New York: Henry Holt, 2000.**

Calder, Nigel. *Einstein 's Universe.* **New York: Wings Books/Random House,**

1979.

-. *The Comet Is Coming!: The Feverish Legacy of Mr. Halley.* **New York:**

Viking Press, 1981.

Canby, Courtlandt, ed. *The Epic of Man.* **New York: Time/Life, 1961.**

Carey, John, ed. *The Faber Book of Sciences.* **Londra: Faber and Faber, 1995.**

Chorlton, Windsor. *lce Ages.* **New York: Time-Life Books, 1983.**

Christianson, Gale E. *In the Presence of the Creator: Isaac Newton and His Times.* **New York: Free Press/Macmillan, 1984.**

-. *Edwin Hubble: Mariner of the Nebulae.* **Bristol, ingiltere: Institute of**

Physics Publishing, 1995.

Clark, Ronald W. *The Huxleys.* **New York: McGraw Hill, 1968.**

-. *The Survival of Charles Darwin: A Biography of a Man and an Idea.* **New**

York: Random House, 1984.

-. *Einstein: The Life and Times.* **New York: World Publishing, 1971.**

Coe, Michael, Dean Snow ve Elizabeth Benson. *Atlas of Ancient America.* **New York: Equinox/Facts of File, 1986.**

Colbert, Edwin H. *The Great Dinosaur Hunters and Their Discoveries.* **New York: Dover Publications, 1984.**

Cole, K C. *First You Build a Cloud: And Other Rejlections on Physics As a Way of Life.* **San Diego: Harvest/Harcourt Brace, 1999.**

Conard, Henry S. *How to Know the Mosses and Liverworts.* **Dubuque, Iowa: William C. Brown Co., 1956.**

Conniff, Richard. *Spineless Wonders: Strange Tales from the Invertebrate World.* **New York: Henry Holt, 1996.**

Corfield, Richard. *Architects of Eternity: The New Science of Fossils.* **Londra: Headline, 2001.**

Coveney, Peter ve Roger Highfield. *The Arrow of Time: The Quest to Solve Science 's Greatest Mystery.* **Londra: Flamingo, 1991.**

Cowles, Virginia. *The Rothschilds: A Family of Fortune.* **New York: Alfred A. Knopf, 1973.**

Crick, Francis. *Life Itself: Its Origin and Nature.* **New York: Simon and Schuster, 1981.**

-. *What Mad Pursuit: A Personal View of Scientific Discovery.* **New York:**

Basic Books, 1988.

Cropper, William H. *Great Physicists: The Life and Times of Leading Physicists from Galileo to Hawking.* **New York: Oxford University Press, 2001.**

Crowther, J. G. *Scientists of the Industrial Revolution.* **Londra: Cresset Press, 1962.**

Darwin, Charles. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life* **(tıpkıbasım). New York: Random House/Gramercy Books, 1979.**

Davies, Paul. *The Fifth Miracle: The Search for the Origin of Life.* **Londra: Penguin Books, 1999.**

Dawkins, Richard. *The Blind Watchmaker.* **Londra: Penguin Books, 1988.**

-. *River Out of Eden: A Darwinian View of Life.* **Londra: Phoenix, 1996.**

-. *Climbing Mount Jmprobable.* **New York: W. W. Norton, 1996.**

Dean, Dennis R. *James Hutton and the History of Geology.* **Ithaca: Comell University Press, 1992.**

de Duve, Christian. *A Guided Tour of the Living Celi.* **2 cilt. New York: Scientific American/Rockefeller University Press, 1984.**

Dennett, Daniel C. *Darwin 's Dangerous Idea: Evolution and the Meanings of Life.* **Londra: Penguin, 1996.**

Dennis, Jerry. *The Bird in the Waterfall: A Natural History of Oceans, Rivers and Lakes.* **New York: HarperCollins, 1996.**

Desmond, Adrian ve James Moore. *Darwin.* **Londra: Penguin Books, 1992.**

Dewar, Elaine. *Bones: Discovering the First Americans.* **Toronto: Random House Canada, 2001.**

Diamond, Jared. *Guns, Germs and Steel: The Fates of Human Societies.* **New York: Norton, 1997.**

Dickinson, Matt. *The Other Side of Everest: Climbing the North Face Through the Killer Storm.* **New York: Times Books, 1997.**

Drury, Stephen. *Stepping Stones: The Making of Our Home World.* **Oxford: Oxford University Press, 1999.**

Durant, Will ve Ariel Durant. *The Age of Louis XIV.* **New York: Simon and Schuster, 1963.**

Dyson, Freeman. *Disturbing the Universe.* **New York: Harper & Row, 1979.**

Easterbrook, Gregg. *A Moment on the Earth: The Coming Age of Environmental Optimism.* **Londra: Penguin, 1995.**

Ebbing, Darrell D. *General Chemistry.* **Boston: Houghton Mifflin, 1996.**

Elliott, Charles. *The Potting-Shed Papers: On Gardens, Gardeners and Garden History.* **Guilford, Conn.: Lyons Press, 2001.**

Engel, Leonard. *The Sea.* **New York: Time-Life Books, 1969.**

Erickson, Jon. *Plate Tectonics: Unraveling the Mysteries of the Earth.* **New York: Facts on File, 1992.**

Fagan, Brian M. *The Great Journey: The Peopling of Ancient America.* **Londra: Thames & Hudson, 1987.**

Fell, Barry. *America B.C.: Ancient Settlers in the New World.* **New York: Quadrangle/New York Times, 1977.**

-. *Bronze Age America.* **Boston: Little, Brown & Co., 1982.**

Ferguson, Kitty. *Measuring the Universe: The Historical Quest to Quantify Space.* **Londra: Headline, 1999.**

Ferris, Timothy. *The Mind's Sky: Human Intelligence in a Cosmic Context.* **New York: Bantam Books, 1992.**

-. *The Whole Shebang: A State of the Universe(s) Report.* **New York: Simon**

& Schuster, 1997.

-. *Coming of Age in the Milky Way.* **New York: William Morrow, 1998.**

-. *Seeing in the Dark: How Backyard Stargazers Are Probing Deep Space*

and Guarding Earth from Interplanetary Peril. **New York: Simon & Schuster,**

2002.

Feynman, Richard P. *Six Easy Pieces.* **Londra: Penguin Books, 1998.**

Fisher, Richard V., Grant Heiken ve Jeffrey B. Hulen. *Volcanoes: Crucibles of Change.* **Princeton: Princeton University Press, 1997.**

Flannery, Timothy. *The Future Eaters: An Ecological History of the Australasian Lands and People.* **Sidney: Reed New Holland, 1997.**

-. *The Eternal Frontier: An Ecological History of North America and Its*

Peoples. **Londra: William Heinemann, 2001.**

Flannery, Timothy ve Peter Schouten. *A Gap in Nature: Discovering the World's Extinct Animals.* **Melbourne: Text Publishing, 2001.**

Fortey, Richard. *Life: An Unauthorised Biography.* **Londra: Flamingo/HarperCollins, 1998.**

-. *Trilobite! Eyewitness to Evolution.* **Londra: HarperCollins, 2000.**

Frayn, Michael. *Copenhagen.* **New York: Anchor Books, 2000.**

Gamow, George ve Russell Stannard. *The New World of Mr Tompkins.* **Cambridge: Cambridge University Press, 2001.**

Gawande, Atul. *Complications: A Surgeon 's Notes on an Imperfect Science.* **New York: Metropolitan Books/Henry Holt, 2002.**

Giancola, Douglas C. *Physics: Principles with Applications.* **Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, 1998.**

Gjertsen, Derek. *The Classics of Science: A Study ofTwelve Enduring Scientific*

Works. **New York: Lilian Barber Press, 1984.**

Godfrey, Laurie R., ed. *Scientists Confront Creationism.* **New York: W. W. Norton, 1983.**

Goldsmith, Donald. *The Astronomers.* **New York: St. Martin's Press, 1991. "Mrs. Gordon."** *The Life and Correspondence of William Buckland, D.D.,* **F.R.S. Londra: John Murray, 1894.**

Gould, Stephen Jay. *Ever Since Darwin: Rejlections in Natural History.* **New York: W.W. Norton, 1977.**

-. *The Panda 's Thumb: More Rejlections in Natural History.* **New York:**

W.W. Norton, 1980.

-. *Hen 's Teeth andHorse's Toes.* **New York: W.W. Norton, 1983.**

-. *The Flamingo's Smile: Rejlections in Natural History.* **New York: W.W.**

Norton, 1985.

-. *Time 's Arrow, Time 's Cycle: Myth and Metaphor in the Discovery of*

Geological Time. **Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1987.**

-. *Wonderful Life: The Burgess Shale and the Nature of History.* **New York:**

W.W. Norton, 1989.

-. *Bully for Brontosaurus: Rejlections in Natural History.* **Londra:**

Hutchinson Radius, 1991.

-, ed. *The Book of Life.* **New York: W.W. Norton, 1993.**

-. *Eight Little Piggies: Rejlections in Natural History.* **Londra: Penguin,**

1994.

-. *Dinosaur in a Haystack: Rejlections in Natural History.* **New York:**

Harmony Books, 1995.

-. *Leonardo 's Mountain of Clams and the Diet ofWorms: Essays on Natural*

History. **New York: Harmony Books, 1998.**

-. *The Lying Stones of Marrakech: Penultimate Rejlections in Natural*

History. **New York: Harmony Books, 2000.**

Green, Bill. *Water, Ice and Stone: Science and Memory on the Antarctic Lakes.*

New York: Harmony Books, 1995.

Gribbin, John. *In the Beginning: The Birth of the Living Universe.* **Londra: Penguin, 1994.**

-. *Almost Everyone's Guide to Science: The Universe, Life and Everything.*

Londra: Phoenix, 1998.

Gribbin, John ve Jeremy Cherfas. *The First Chimpanzee: In Search of Human Origins.* **Londra: Penguin, 2001.**

Gribbin, John ve Mary Gribbin. *Being Human: Putting Peple in an Evolutionary Perspective.* **Londra: Phoenix/Orion, 1993.**

-. *Fire on Earth: Doomsday, Dinosaurs and Humankind.* **New York: St.**

Martin's Press, 1996.

-. *Ice Age.* **Londra: Allen Lane, 2001.**

Grinspoon, David Harry. *Venus Revealed: A New Look Below the Clouds of Our Mysterious Twin Planet.* **Reading, Mass.: Helix/Addison-Wesley, 1997.**

Guth, Alan. *The Inflationary Universe: The Quest for a New Theory of Cosmic Origins.* **Reading, Mass.: Helix/Addison-Wesley, 1997.**

Haldane, J. B. S. *Adventures of a Biologist.* **New York: Harper & Brothers, 1937.**

-. *What is Life?* **New York: Boni and Gaer, 1947.**

Hallam, A. *Great Geological Controversies,* **2. baskı. Oxford: Oxford University Press, 1989.**

Hamblyn, Richard. *The Invention of Clouds: How an Amateur Meteorologist Forged the Language of the Skies.* **Londra: Picador, 2001.**

Hamilton-Paterson, James. *The Great Deep: The Sea and Its Thresholds.* **New York: Random House, 1992.**

Hapgood, Charles H. *Earth 's Shifting Crust: A Key to Some Basic Problems of Earth Science.* **New York: Pantheon Books, 1958.**

Harrington, John W. *Dance of the Continents: Adventures with Rocks and Time.* **Los Angeles: J. P. Tarcher, 1983.**

Harrison, Edward. *Darkness at Night: A Riddle of the Universe.* **Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1987.**

Hartmann, William K. *The History of Earth: An lllustrated Chronicle of an Evolving Planet.* **New York: Workman Publishing, 1991.**

Hawking, Stephen. *A Brief History of Time: From the Big Bang to Black Holes.* **Londra: Bantam Books, 1988.**

-. *The Universe in a Nutshell.* **Londra: Bantam Press, 2001.**

Hazen, Robert M. ve James Trefil. *Science Matters: Achieving Scientific Literacy.* **New York: Doubleday, 1991.**

Heiserman, David L. *Exploring Chemical Elements and Their Compounds.* **Blue Ridge Summit, Pa.: TAB Books/McGraw Hill, 1992.**

Hitchcock, A. S. *Manual of the Grasses of the United States,* **2. baskı New York: Dover Publications, 1971.**

Holmes, Hannah. *The Secret Life ofDust.* **New York: John Wiley & Sons, 2001.**

Holmyard, E. J. *Makers of Chemistry.* **Oxford: Clarendon Press, 1931.**

Horwitz, Tony. *Blue Latitudes: Boldly Going Where Captain Cook Has Gone Before.* **New York: Henry Holt, 2002.**

Hough, Richard. *Captain James Cook.* **New York: W.W. Norton, 1994.**

Jardine, Lisa. *Ingenious Pursuits: Building the Scientific Revolution.* **New York:**

Nan A. Talese/Doubleday, 1999.

Johanson, Donald ve Blake Edgar. *From Lucy to Language.* **New York: Simon & Schuster, 1996.**

Jolly, Alison. *Lucy's Legacy: Sex and Intelligence in Human Evolution.* **Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1999.**

Jones, Steve. *Almost Like a Whale: The Origin of Species Updated.* **Londra: Doubleday, 1999.**

Judson, Horace Freeland. *The Eighth Day of Creation: Makers of the Revolution in Biology.* **Londra: Penguin 1995.**

Junger, Sebastian. *The Perfect Storm: A True Story of Men Against the Sea.* **New York: HarperCollins, 1997.**

Jungnickel, Christa ve Russell McCormmach. *Cavendish: The Experimental Life.* **Bucknell, Pa.: Bucknell Press, 1999.**

Kaku, Michio. *Hyperspace: A Scientific Odyssey Through Parallel Universes, Time Warps, and the Tenth Dimension.* **New York: Oxford University Press, 1994.**

Kastner, Joseph. *A Species ofEternity.* **New York: Alfred A. Knopf, 1977.**

Keller, Evelyn Fox. *The Century of the Gene.* **Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 2000.**

Kemp, Peter. *The Oxford Companion to Ships and the Sea.* **Londra: Oxford University Press, 1979.**

Kevles, Daniel J. *The Physicists: The History of a Scientific Community in Modern America.* **New York: Alfred A. Knopf, 1978.**

Kitcher, Philip. *Abusing Science: The Case Against Creationism.* **Cambridge, Mass.: MIT Press, 1982.**

Kolata, Gina. Flu: *The Story of the Great Influenza Pandemic of 1918 and the Search for the Virus That Caused It.* **Londra: Pan Books, 2001.**

Krebs, Robert E. *The History and Use of Our Earth 's Chemical Elements.* **Westport, Conn: Greenwood Press, 1998.**

Kunzig, Robert. *The Restless Sea: Exploring the World Beneath the Waves.* **New York: W.W. Norton, 1999.**

Kurlansky, Mark. *Cod: A Biography of the Fish That Changed the World.* **Londra: Vintage, 1999.**

Leakey, Richard. *The Origin of Humankind.* **New York: Basic Books/HarperCollins, 1994.**

Leakey, Richard ve Roger Lewin. *Origins.* **New York: E. P. Dutton, 1977.**

-. *The Sixth Extinction: Patterns of Life and the Future of Humankind.* **New**

York: Doubleday, 1995.

Leicester, Henry M. *The Histarical Background of Chemistry.* New York: Dover Publications, 1971.

Lemmon, Kenneth. *The Golden Age of Plant Hunters.* Londra: Phoenix House, 1968.

Lewis, Cherry. *The Dating Game: One Man 's Search for the Age of the Earth.* Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

Lewis, John S. *Rain of Iran and lce: The Very Real Threat of Comet and AsteroidBombardment.* Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1996.

Lewin, Roger. *Bones of Contention: Controversies in the Search for Human Origins*, 2. baskı Chicago: University of Chicago Press, 1997.

Lewontin, Richard. *It Ain 't Necessarily Sa: The Dream of the Human Genome and Other Illusions.* Londra: Granta Books, 2001.

Little, Charles E. *The Dying of the Trees: The Pandemic in America 's Forests.* New York: Viking, 1995.

Lynch, John. *The Weather.* Toronto: Firefly Books, 2002.

Maddox, Brenda. *Rosalind Franklin: The Dark Lady of DNA.* New York: HarperCollins, 2002.

Margulis, Lynn ve Dorion Sagan. *Microcosmos: Four Billion Years of Evolution from Our Microbial Ancestors.* New York: Summit Books, 1986.

Marshall, Nina L. *Mosses and Lichens.* New York: Doubleday, Page & Co., 1908.

Matthiessen, Peter. *Wildlife in America.* Londra: Penguin Books, 1995.

McGhee, George R., Jr. *The Late Devonian Mass Extinction: The Frasnian/Famennian Crisis.* New York: Columbia University Press, 1996.

McGrayne, Sharon Bertsch. *Prometheans in the Lab: Chemistry and the Making of the Modern World.* New York: McGraw Hill, 2001.

McGuire, Bill. *A Guide ta the End of the World: Everything You Never Wanted ta Know.* Oxford: Oxford University Press, 2002.

McKibben, Bill. *The End of Nature.* New York: Random House, 1989.

McPhee, John. *Basin andRange.* New York: Farrar, Straus and Giroux, 1980.

-. *In Suspect Terrain.* New York: Noonday Press/Farrar, Straus and Giroux,

1983.

-. *Risingfrom the Plains.* New York: Farrar, Straus and Giroux, 1986.

-. *Assembling California.* New York: Farrar, Straus and Giroux, 1993.

McSween, Harry Y, Jr. *Stardust ta Planets: A Geological Tour of the Solar System.* New York: St Martin's Press, 1993.

Moore, Patrick. *Fireside Astronomy: An Anecdotal Tour Through the History and Lore of Astronomy.* Chichester, England: John Wiley and Sons, 1992.

Moorehead, Alan. *Darwin and the Beagle.* **New York: Harper and Row, 1969.**

Morowitz, Harold J. *The Thermodynamics of Pizza.* **New Brunswick, N.J.: Rutgers University Press, 1991.**

Musgrave, Toby, Chris Gardner ve Will Musgrave. *The Plant Hunters: Two Hundred Years of Adventure and Discovery Around the World.* **Londra: Ward Lock, 1999.**

Norton, Trevor. *Stars Beneath the Sea: The Extraordinary Lives of the Pioneers of Diving.* **Londra: Arrow Books, 2000.**

Novacek, Michael. *Time Traveler: In Search of Dinosaurs and Other Fossils from Montana to Mongolia.* **New York: Farrar, Straus and Giroux, 2001.**

Nuland, Sherwin B. *How We Live: The Wisdom of the Body.* **Londra: Vintage,**

1998.

Officer, Charles ve Jake Page. *Tales of the Earth: Paroxysms and Perturbations of the Blue Planet.* **New York: Oxford University Press, 1993.**

Oldroyd, David R. *Thinking About the Earth: A History of Jdeas in Geology.* **Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1996.**

Oldstone, Michael B. A. *Viruses, Plagues and History.* **New York: Oxford University Press, 1998.**

Overbye, Dennis. *Lonely Hearts of the Cosmos: The Scientific Quest for the Secret of the Universe.* **New York: HarperCollins, 1991.**

Ozima, Minoru. *The Earth: Jts Birth and Growth.* **Cambridge: Cambridge University Press, 1981.**

Parker, Ronald B. *Inscrutable Earth: Explorations in the Science of Earth.* **New York: Charles Scribner's Sons, 1984.**

Pearson, John. *The Serpent and the Stag.* **New York: Holt, Rinehart and Winston, 1983.**

Peebles, Curtis. *Asteroids: A History.* **Washington: Smithsonian Institution Press, 2000. Plummer, Charles C. ve David McGeary. Physical Geology. Dubuque, Iowa: William C. Brown, 1996.**

Pollack, Robert. *Signs of Life: The Language and Meanings of DNA.* **Boston: Houghton Mifflin, 1994.**

Powell, James Lawrence. *Night Comes to the Cretaceous: Dinosaur Extinction and the Transformation of Modern Geology.* **New York: W. H. Freeman & Co., 1998.**

-. *Mysteries of Terra Firma: The Age and Evolution of the Earth.* **New York:**

Free Press/Simon & Schuster, 2001.

Psihoyos, Louie, John Knoebber. *Hunting Dinosaurs.* **New York: Random House, 1994.**

Putnam, William Lowell. *The Worst Weather on Earth.* **Gorham, N.H.: Mount Washington Observatory/American Alpine Club, 1991.**

Quammen, David. *The Song of the Dodo.* **Londra: Hutchinson, 1996.**

-. *The Boilerplate Rhino: Nature in the Eye of the Beholder.* **New York:**

Touchstone/Simon & Schuster, 2000.

-. *Monster of God.* **New York: W.W. Norton, 2003.**

Rees, Martin. *Just Six Numbers: The Deep Forces That Shape the Universe.* **Londra: Phoenix/Orion, 2000.**

Ridley, Matt. *Genome: The Autobiography of a Species.* **Londra: Fourth Estate,**

1999.

-. *The Red Queen: Sex and the Evolution of Human Nature.* **Londra:**

Penguin, 1994.

Ritchie, David. *Superquake! Why Earthquakes Occur and When the Big One Will Hit Southern California.* **New York: Crown Publishers, 1988.**

Rose, Steven. *Lifelines: Biology, Freedom, Determinism.* **Londra: Penguin, 1997.**

Rudwick, Martin J. S. *The Great Devonian Controversy: The Shaping of Scientific Knowledge Among Gentlemanly Specialists.* **Chicago: University of Chicago Press, 1985.**

Sacks, Oliver. *An Anthropologist on Mars: Seven Paradoxical Tales.* **New York: Alfred A. Knopf, 1995.**

-. *Oaxaca Journal.* **Washington: National Geographic, 2002.**

Sagan, Carl. *Cosmos.* **New York: Ballantine Books, 1980.**

Sagan, Cari ve Ann Druyan. *Comet.* **New York: Random House, 1985.**

Sagan, Dorion ve Lynn Margulis. *Garden of Microbial Delights: A Practical Guide to the Subvisible World.* **Boston: Harcourt Brace Jovanovich, 1988.**

Sayre, Anne. *Rosalind Franklin and DNA.* **New York: W.W. Norton, 1975.**

Schneer, Cecil J., ed. *Toward a History of Geology.* **Cambridge, Mass.: MIT Press, 1969.**

Schopf, J. William. *Cradle of Life: The Discovery of Earth 's Earliest Fossils.* **Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1999.**

Schultz, Gwen. *Ice Age Lost.* **Garden City, N.Y.: Anchor Press/Doubleday, 1974.**

Schwartz, Jeffrey H. *Sudden Origins: Fossils, Genes and the Emergence of Species.* **New York: John Wiley and Sons, 1999.**

Semonin, Paul. *American Monster: How the Nation 's First Prehistoric Creature Became a Symbol of National Identity.* **New York: New York University Press, 2000.**

Shore, William H., ed. *Mysteries of Life and the Universe.* **San Diego:**

Harvest/Harcourt Brace & Co., 1992.

Silver, Brian. *The Ascent of Science.* **New York: Solomon/Oxford University Press, 1998.**

Simpson, George Gaylord. *Fossils and the History of Life.* **New York: Scientific American, 1981**

Smith, Anthony. *The Weather: The Truth About the Health of Our Planet.*

Londra: Hutchinson, 2000.

Smith, Robert B. ve Lee J. Siegel. *Windows into the Earth: The Geologic Story of Yellowstone and Grand Teton National Parks.* **New York: Oxford University Press, 2000.**

Snow, C.P. *Variety of Men.* **New York: Charles Scribner's Sons, 1966.**

-. *The Physicists.* **Londra: House of Stratus, 1979.**

Snyder, Cari H. *The Extraordinary Chemistry of Ordinary Things.* **New York: John Wiley & Sons, 1995.**

Stalcup, Brenda, ed. *Endangered Species: Opposing Viewpoints.* **San Diego: Greenhaven Press, 1996.**

Stanley, Steven M. *Extinction.* **New York:** *Scientific American,* **1987.**

Stark, Peter. *Last Breath: Cautionary Tales from the Limits of Human Endurance.* **New York: Ballantine Books, 2001.**

Stephen, Sir Leslie ve Sir Sidney Lee, ed. *Dictionary of National Biography.*

Oxford: Oxford University Press, 1973.

Stevens, William K. *The Change in the Weather: People, Weather, and the Science of Climate.* **New York: Delacorte Press, 1999.**

Stewart, lan. *Nature 's Numbers: Discovering Order andPattern in the Universe.*

Londra: Phoenix, 1995.

Strathem, Paul. *Mendeleyev's Dream: The Quest for the Elements.* **Londra: Penguin Books, 2001.**

Sullivan, Walter. *Landprints.* **New York: Times Books, 1984.**

Sulston, John ve Georgina Ferry. *The Common Thread: A Story of Science, Politics, Ethics and the Human Genome.* **Londra: Bantam Press, 2002. Swisher, Cari C, III, Gamiss H. Curtis ve Roger Lewin.** *Java Man: How Two Geologists ' Dramatic Discoveries Changed Our Understanding of the Evolutionary Path to Modern Humans.* **New York: Scribner, New York, 2000. Sykes, Bryan.** *The Seven Daughters of Eve.* **Londra: Bantam Press, 2001. Tattersall, lan.** *The Human Odyssey: Four Million Years of Human Evolution.* **New York: Prentice Hall, 1993.**

-. *The Monkey in the Mirror: Essays on the Science of What Makes Us*

Human. **New York: Harcourt, 2002.**

Tattersall, lan ve Jeffrey Schwartz. *Extinct Humans.* **Boulder, Colorado: Westview/Perseus, 2001.**

Thackray, John ve Bob Press. *The Natural History Museum: Nature 's Treasurehouse.* **Londra: Natural History Museum, 2001.**

Thomas, Gordon ve Max Morgan Witts. *The San Francisco Earthquake.* **New York: Stein and Day, 1971.**

Thomas, Keith. *Man and the Natural World: Changing Attitudes in England, 1500-1800.* **New York: Oxford University Press, 1983.**

Thompson, Dick. *Volcano Cowboys: The Rocky Evolution of a Dangerous Science.* **New York: St. Martin's Press, 2000.**

Thome, Kip S. *Black Holes and Time Warps: Einstein 's Outrageous Legacy.* **New York: W.W. Norton, 1994.**

Tortora, Gerard J. ve Sandra Reynolds Grabowski. *Principles of Anatomy and Physiology.* **Menlo Park, Califomia: Addison-Wesley, 1996.**

Trefil, James. *The Unexpected Vista: A Physicist 's View of Nature.* **New York: Charles Scribner's Sons, 1983.**

-. *Meditations at Sunset: A Scientist Looks at the Sky.* **New York: Charles**

Scribner's Sons, 1987.

-. *Meditations at 10,000 Feet: A Scientist in the Mountains.* **New York:**

Charles Scribner's Sons, 1987.

-. *101 Things You Don 't Know About Science and No One Else Does Either.*

Boston: Mariner/Houghton Mifflin, 1996.

Trinkaus, Erik ve Pat Shipman. *The Neandertals: Changing the Image of Mankind.* **Londra: Pimlico, 1994.**

Tudge, Colin. *The Time Before History: Five Million Years of Human Impact.* **New York: Touchstone/Simon & Schuster, 1996.**

-. *The Variety of Life: A Survey and a Celebration of Ali the Creatures That*

Have Ever Lived. **Oxford: Oxford University Press, 2002.**

Vemon, Ron. *Beneath Our Feet The Rocks of Planet Earth.* **Cambridge: Cambridge University Press, 2000.**

Vogel, Shawna. *Naked Earth: The New Geophysics.* **New York: Dutton, 1995.**

Walker, Alan ve Pat Shipman. *The Wisdom of the Bones: In Search of Human Origins.* **New York: Alfred A. Knopf, 1996.**

Wallace, Robert A., Jack L. King ve Gerald P. Sanders. *Biology: The Science of Life,* **2. baskı Glenview, Ill.: Scott, Foresman and Company, 1986.**

Ward, Peter D. ve Donald Brownlee. *Rare Earth: Why Complex Life Is Uncommon in the Universe.* **New York: Copemicus, 1999.**

Watson, James D. *The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA.* **Londra: Penguin Books, 1999.**

Weinberg, Samantha. *A Fish Caught in Time: The Search for the Coelacanth.*

Londra: Fourth Estate, 1999.

Weinberg, Steven. *The Discovery of Subatomic Particles.* **New York: Scientific American, 1983.**

-. *Dreams of a Final Theory.* **New York: Pantheon Books, 1992.**

Whitaker, Richard, ed. *Weather.* **Sydney: Nature Company/Time-Life Books,**

1996.

White, Michael. *Isaac Newton: The Last Sorcerer.* **Reading, Mass.: Helix Books/Addison-Wesley, 1997.**

-. *Rivals: Conflict As the Fuel of Science.* **Londra: Vintage, 2001.**

Wilford, John Noble. *The Mapmakers.* **New York: Alfred A. Knopf, 1981.**

-. *The Riddle of the Dinosaur.* **New York: Alfred A. Knopf, 1985.**

Williams, E. T. ve C. S. Nicholls, ed. *Dictionary of National Biography,* **19611970. Oxford: Oxford University Press, 1981.**

Williams, Stanley ve Fen Montaigne. *Surviving Galeras.* **Boston: Houghton Mifflin, 2001.**

Wilson, David. *Rutherford: Simple Genius.* **Cambridge, Mass.: MIT Press, 1983. Wilson, Edward O.** *The Diversity of Life.* **Cambridge, Mass.: Belknap Press/Harvard University Press, 1992.**

Winchester, Simon. *The Map That Changed the World: The Tale of William Smith and the Birth of a Science.* **Londra: Viking, 2001.**

Woolfson, Adrian. *Life Without Genes: The History and Future of Genomes.* **Londra: Flamingo, 2000.**

DİZİN

C

O

P

S

V

W

YAZAR HAKKINDA

Bill Bryson gezi edebiyatı türünün son derece üretken bir yazandır. Çok satan yapıtları arasında *A Walk in the Woods, J'm a Stranger Here Myself, In a Sun-burned Country* ve *Bryson 's Dictionary of Troublesome Words* sayılabilir. *Mother Tongue, The Lost Continent, Notes from a Small Island* ve *Neither Here Nor There* gibi kitapların da yazarı olan Bryson, eşi Cynthia ve çocuklarıyla birlikte New Hampshire'ın Hanover kasabasında yaşıyor.

Bill Bryson, tüm dünyada uzun süredir çok satanlar listesinden inmeyen Hemen Her Şeyin Kısa Tarihi'nde, bilimin yanıtlamaya çalıştığı ilginç ve önemli soruların peşinde eşi görülmemiş bir yolculuğa çıkıyor. Öğrenmeye doymayan bu meraklı yazar, Büyük Patlama (Big Bang) anından uygarlığın doğuşuna kadar evrende meydana gelmiş olan her şeyi, yani hiç olduğumuz bir noktadan insan olduğumuz noktaya nasıl geldiğimizi ve o zamandan bu yana neler olup bittiğini ele aldığı kitabında son derece zorlu ve cesaret isteyen bir işe kalkışıyor.

Bu amaca ulaşmayı kafasına koyan Bill Bryson, kendini dünyanın yaşayan ve yaşamayan en değerli bilim adamlarının rehberliğine teslim ediyor. Jeoloji, kimya, paleontoloji, astronomi ve parçacık fiziği gibi konuları, öğrenciliğinde fen derslerinden fena halde sıkılan (ya da ödü patlayan), kendisi gibi insanlar için anlaşılabilir kılmanın bir yolunu bulabileceğine inanıyor. Yalnızca ne bildiğimizi değil, bunları nasıl bildiğimizi de öğrenmek istiyor:

- Bilimadamları yerkürenin ağırlığını nasıl ölçerler?
- Arzın merkezini, okyanusların dibini, uzayın derinliklerini nasıl gözlemlerler?
- Evrenin nasıl ve ne zaman oluştuğunu nasıl bilirler?

- Bir atomun içinde neler olup bittiğini nasıl anlarlar?

Bill Bryson, uzay ve zamanda yaptığı yolculuklarda, aklındaki zor soruları yöneltebileceği bir sürü olağanüstü insanın yanı sıra, son derece eksantrik ve hırslı şahsiyetlerle de karşılaşıyor. Onlarla beraber, insanlığın bilgi âleminde bazen son derece derin, bazen komik, ama her zaman son derece anlaşılır ve eğlendirici bir maceraya atılıyor ve bu macerayı büyük bir akıcılıkla aktarıyor.

Bu kitabı okuduğunuzda bilimin hiç bu kadar sürükleyici, üstünde yaşadığımız dünyanın hiç bu kadar ilginç ve keyifli olmadığını fark edeceksiniz.